

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esmā BATUK

**BOYA TERBİYE İŞLETMESİNDE ÜRETİM PLANLAMA VE
OPTİMİZASYON**

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2010

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BOYA TERBİYE İŞLETMESİNDE ÜRETİM PLANLAMA VE OPTİMİZASYON

Esmâ BATUK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

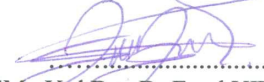
Bu Tez 14/09/2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.



Yrd.Doç. Dr.Emel Ceyhun SABIR
DANIŞMAN



Yrd.Doç.Dr.Fusun DOBA KADEM
ÜYE



Yrd.Doç.Dr.Emel YILDIZ
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BOYA TERBİYE İŞLETMESİNDE ÜRETİM PLANLAMA VE
OPTİMİZASYON**

Esmâ BATUK

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Yrd.Doç. Dr.Emel Ceyhun SABİR

Yıl 2010,Sayfa:201

Jüri : Yrd.Doç. Dr.Emel Ceyhun SABİR
Yrd.Doç.Dr.Füsün DOBA KADEM
Yrd.Doç.Dr.Emel YILDIZ

Bir tekstil işletmesinde üretim planlaması, üretim yönetiminde önemli bir fonksiyondur.İplik ve dokuma işletmelerinde üretimde kapasite artışı fason(dışarı yaptırma)üretimle rahatlıkla sağlanabilmekte iken aynı durum boya-terbiye için söz konusu değildir. Kumaşlarda istenilen en, gramaj, renk, tuşe v.b özellikleri tutturma zorluğundan her işletme kendi kumaşlarının terbiyelerini kendi bünyesinde yapmak istemektedir. Bu çalışmada orta ve kısa dönemli planlama esas alınarak Tekstil Boya-Terbiye İşletmesinde kumaşların satışından elde edilen kar maksimize edilecek şekilde optimum üretim miktarının bulunması hedeflenmiş ve doğrusal programlama yöntemiyle sonuca ulaşılmıştır. Ayrıca tekstil işletmelerinin değişken talebe daha uygun olduğu ispatlanmış, simülasyon yöntemiyle değişken talep altında farklı kumaş türlerine göre maliyet ve süre hesaplanmıştır. Analiz sonucu elde edilen sonuçların işletmenin üretim yönetimine karar vermesinde kolaylık olacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimler: Üretim Planlama ve Kontrol, Tekstil, Boya-Terbiye İşletmesi, Doğrusal Programlama, Simülasyon

ABSTRACT

MSc THESIS

PRODUCTION PLANNING AND OPTIMIZATION IN DYEING FINISHING PLANT

Esma BATUK

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF TEXTILE ENGINEERING**

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Emel Ceyhun SABIR

Year 2010, Page:201

Jury

: Asst. Prof. Dr. Emel Ceyhun SABIR

Asst. Prof.Dr. Füsün DOBA KADEM

Asst. Prof.Dr.Emel YILDIZ

Production planning is the most important function in managing production in a textile plant. The production planning in Dyeing-Finishing plant has a special importance. In yarn and textile weave, the capacity increase in production can be easily provided by contract manufacturing (outsourcing) but same is not possible in dyeing-finishing. With respect to achieving some properties for the fabric such as width, weight in gram, color, touching, etc. every firm wants to carry out finishing of their own fabrics in their plants. In this study, based on medium and short term planning, providing optimum production amount was aimed and the result was obtained with the linear programming method by maximizing the profit from selling Textile Dyeing-Finishing Firm. Furthermore it was proved that textile firms are more suitable for variable demands and the cost and time was calculated by simulation method according to different fabric types under variable demand. It is thought that the results obtained from analyses will provide help the firm for deciding production management.

Keywords: Production Planning and Control, Textile, Dyeing-Treatment Plant, Linear Programming, Simulation.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim süresince danışmanlığımı yapan, çalışmalarım sırasında bana her konuda yardımcı olan, değerli zamanını ayırarak tezi şekillendiren ve beni sürekli yönlendiren danışman hocam Yrd. Doç. Dr Emel Ceyhun SABİR'a çok teşekkür ederim.

Başta bölüm başkanı Prof. Dr. R.Tuğrul OĞULATA olmak üzere çalışmam boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, Tekstil Mühendisliği Bölümü akademik ve idari personeline teşekkür ederim.

Yüksek Lisans Tez çalışmalarım esnasında maddi destek vererek deneysel çalışmalarımı gerçekleştirebilmeme imkan sağlayan TÜBİTAK 'a (Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programına) çok teşekkür ederim.

Yüksek Lisans uygulama çalışmalarım sırasında kullandığım numuneler ve üretimlerin gerçekleşmesi için yaptıkları yardımdan dolayı KIVANÇ TEKSTİL A.Ş.'ye, Boya Terbiye üretim planlama bölümüne ve üretim hattında çalışan tüm operatörlere teşekkür ederim.

Maddi ve manevi her konuda desteklerini gördüğüm, her zaman yanımda olan aileme çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
SİMGELER VE KISALTMALAR	XV
1.GİRİŞ	1
1.1. Üretim Planlama	2
1.1.1. Üretim Planlama ve Kontrol	2
1.1.2. Üretim Çizelgeleme	3
1.1.3. Üretim Planlama ve Kontrol Sisteminin Genel İşleyişi	5
1.1.3.1. Üretim Planlaması ve Kontrolü (ÜPK)	6
1.1.3.2. Üretim Süreci	10
1.2. Kapasite Planlaması ve Önemi	11
1.3. Talep Tahmini	12
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	19
3. MATERYAL VE METOD	23
3.1. Materyal	23
3.2. Metod	28
3.2.1. Doğrusal Programlama Tekniği	28
3.2.1.1. Standart Maliyetler	29
3.2.1.2. Üretim Maliyetleri	32
3.2.2. Değişken Talep Tahmini	48
3.2.2.1. Numune 1 için Talep Tahmin Metodu	48
3.2.2.2. Numune 2 için Talep Tahmin Metodu	53
3.2.2.3. Numune 3 için Talep Tahmin Metodu	56
3.2.2.4. Numune 4 için Talep Tahmin Metodu	59
3.2.2.5. Numune 5 için Talep Tahmin Metodu	63

3.2.2.6. Numune 6 için Talep Tahmin Metodu	67
3.2.2.7. Numune 7 için Talep Tahmin Metodu	71
3.2.2.8. Numune 8 için Talep Tahmin Metodu	75
3.2.2.9. Numune 9 için Talep Tahmin Metodu	79
3.2.2.10. Numune 10 için Talep Tahmin Metodu	82
3.2.3. Simülasyon (Benzetim) Metodu	85
3.2.3.1. Benzetim	85
3.2.3.2. Boya Terbiye İşletmesi Simülasyonu	89
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	107
4.1. Doğrusal Programlama Tekniği ile Problemin Çözümü	107
4.2. Optimum Çözüm	107
4.3. Optimum Üretim Miktarı	108
4.4. Optimum İşgücü Seviyeleri	109
4.5. Optimum Fason Üretim Miktarı	109
4.6. Numunelerin Belirlenen Talep Tahmin Metodları	109
4.6.1. Numune 1 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme	109
4.6.2. Numune 2 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme	117
4.6.3. Numune 3 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme	119
4.6.4. Numune 4 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme	121
4.6.5. Numune 5 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme	122
4.6.6. Numune 6 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme	124
4.6.7. Numune 7 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme	126
4.6.8. Numune 8 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme	128
4.6.9. Numune 9 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme	130
4.6.10. Numune 10 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme	131
4.7. Simülasyon Modelinin Sonuçları	133
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	137
5.1. Çalışmanın Özeti	137
5.2. Çalışmanın Uygulama Sonuçları	138
5.3. Öneriler	139

KAYNAKLAR.....	141
ÖZGEÇMİŞ.....	143
EKLER.....	144

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1. ÜPK Fonksiyonları	8
Çizelge 3.1. Seçilmiş Numuneler ve Kompozisyonları	24
Çizelge 3.2. Numunelerin Teknik Özellikleri	25
Çizelge 3.3. Seçilen Numunelerin Ürün Kompozisyonu	26
Çizelge 3.4. Seçilen Boya Terbiye İşletmesinde Seçilen Numuneler İçin İş Akışı.....	27
Çizelge 3.5. Numune 1'in Dokuma Kumaş Özellikleri	30
Çizelge 3.6. Elyaf Boyalı Kumaşlarda Birim Maliyet(TL/m).....	37
Çizelge 3.7. Tops Boyalı Kumaşlarda Birim Maliyet(TL/m)	38
Çizelge 3.8. Makinaların Doluluk Oranları.....	39
Çizelge 3.9. Numunelerin Birim Satış Fiyatları	40
Çizelge 3.10. Numunelerin Birim Fason Üretim Maliyetleri.....	41
Çizelge 3.11. Numunelerin Birim Fason Üretim Maliyetleri.....	42
Çizelge 3.12. Makinelerin Maksimum Çalışma Kapasiteleri	44
Çizelge 3.13. Numunelerin Başlangıç ve Bitiş Stokları	45
Çizelge 3.14. Numune 1'e Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri	48
Çizelge 3.15. Numune 2'ye Ait 2004–2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri	53
Çizelge 3.16. Numune 3'e Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri	56
Çizelge 3.17. Numune 4'e Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri	59
Çizelge 3.18. Numune 5'e Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri	63
Çizelge 3.19. Numune 6'ya Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri	67
Çizelge 3.20. Numune 7'ye Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri	71

Çizelge 3.21. Numune 8'e Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri.....	75
Çizelge 3.22. Numune 9'a Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri.....	79
Çizelge 3.23. Numune 10'a Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri.....	82
Çizelge 4.1. Üretim Planlaması Döneminde Optimum Çözüm	108
Çizelge 4.2. Plan Döneminde Optimum Kumaş Üretim.....	108
Çizelge 4.3. Basit Üstel Yöntem Modeline Göre Hataların Performans Değerleri	110

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Maliyet Hesapları	29
Şekil 3.2. Doğrusal Programlama Modeli Formülü (Sabır,2000).....	47
Şekil 3.3.2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafiği.....	49
Şekil 3.4. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları.....	50
Şekil 3.5. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler.....	51
Şekil 3.6. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler	52
Şekil 3.7. 2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafiği.....	53
Şekil 3.8. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları.....	54
Şekil 3.9. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler.....	55
Şekil 3.10. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler	56
Şekil 3.11. 2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafiği.....	57
Şekil 3.12. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları.....	57
Şekil 3.13. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler.....	58
Şekil 3.14. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler	58
Şekil 3.15. 2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafiği.....	60
Şekil 3.16. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları.....	60
Şekil 3.17. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler.....	61
Şekil 3.18. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler	62

Şekil 3.19. 2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafığı.....	63
Şekil 3.20. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları.....	64
Şekil 3.21. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler.....	65
Şekil 3.22. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler	66
Şekil 3.23. 2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafığı.....	67
Şekil 3.24. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları.....	68
Şekil 3.25. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler.....	69
Şekil 3.26. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler	70
Şekil 3.27. 2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafığı.....	71
Şekil 3.28. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları.....	72
Şekil 3.29. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler.....	73
Şekil 3.30. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler	74
Şekil 3.31. 2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafığı.....	75
Şekil 3.32. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları.....	76
Şekil 3.33. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler.....	77
Şekil 3.34. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler	78
Şekil 3.35. 2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafığı.....	79

Şekil 3.36. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları.....	80
Şekil 3.37. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler.....	81
Şekil 3.38. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler	81
Şekil 3.39. 2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafiği.....	82
Şekil 3.40. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları.....	83
Şekil 3.41. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler.....	84
Şekil 3.42. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler	85
Şekil 3.43. Create Modülünün Uygulanması	89
Şekil 3.44. Değişken Talebin Atanması.....	90
Şekil 3.45. Termin Atanması.....	90
Şekil 3.46. Talep Büyüklüğü Atamasının Uygulanışı.....	91
Şekil 3.47. Termin Karar Modülünün Uygulanışı	91
Şekil 3.48. Dispose Modülünün Uygulanışı.....	92
Şekil 3.49. Parti hazırlama Prosesinin Uygulanışı.....	92
Şekil 3.50. Yakma Prosesinin Uygulanışı.....	93
Şekil 3.51. Maliyet 1 Ataması	93
Şekil 3.52. Kumaş Türü Seçimi.....	94
Şekil 3.53. Rota 2 Ataması	94
Şekil 3.54. Haşıl Sökme Prosesinin Uygulanışı	95
Şekil 3.55. Kasar Prosesinin Uygulanışı	96
Şekil 3.56. Merserize Prosesinin Uygulanışı.....	96
Şekil 3.57. Merserize Sonu Kurutma Prosesinin Uygulanışı	97
Şekil 3.58. Boyama Prosesinin Uygulanışı	97
Şekil 3.59. Maliyet 2 Atanması	98
Şekil 3.60. Yıkama Prosesinin Uygulanışı.....	98
Şekil 3.61. Kurutma Prosesinin Uygulanışı	99

Şekil 3.62. Apre Prosesinin Uygulanışı	99
Şekil 3.63. Renk Uygunluğunun Kontrolü.....	100
Şekil 3.64. Apre Sonu Yıkama Prosesinin Uygulanışı	100
Şekil 3.65. Apre Sonu Kurutma Prosesinin Uygulanışı.....	101
Şekil 3.66. Maliyet 3 Atanması	101
Şekil 3.67. Tuşe Kontrolü.....	102
Şekil 3.68. Bitim İşlemleri Prosesinin Uygulanışı.....	102
Şekil 3.69. Katlama Prosesinin Uygulanışı	103
Şekil 3.70. Maliyet 4 Atanması	103
Şekil 3.71. Toplam Zamanın Kaydedilmesi.....	104
Şekil 3.72. Rotaya Göre Akış Süresinin Belirlenmesi	104
Şekil 3.73. Kumaş Türüne Göre Maliyetin Belirlenmesi.....	104
Şekil 3.74. Rotaya Göre Maliyetin Belirlenmesi.....	105
Şekil 3.75. Sevkiyat İşleminin Uygulanışı.....	105
Şekil 4.1. Basit Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği	111
Şekil 4.2. Basit Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı.....	111
Şekil 4.3. Basit Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği	112
Şekil 4.4. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Zamana Bağlı Grafiği.....	113
Şekil 4.5. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği.....	113
Şekil 4.6. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı	114
Şekil 4.7. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği.....	114
Şekil 4.8. Tam Winter's Modeline Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği.....	115

Şekil 4.9. Tam Winter's Modeline Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği.....	115
Şekil 4.10. Tam Winter's Modeline Göre Tahmin Hatalarının Histogramı.....	116
Şekil 4.11. Tam Winter's Modeline Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği.....	117
Şekil 4.12. Tam Winter's Modelinden Elde Edilen Tahminler.....	118
Şekil 4.13. Tam Winters Modeline Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği.....	118
Şekil 4.14. Tam Winters Modeline Göre Tahmin Hatalarının Histogramı.....	119
Şekil 4.15. Tam Winters Modeline Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği.....	119
Şekil 4.16. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği.....	120
Şekil 4.17. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı	120
Şekil 4.18. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği.....	121
Şekil 4.19. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği.....	121
Şekil 4.20. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı	122
Şekil 4.21. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği.....	122
Şekil 4.22. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği.....	123
Şekil 4.23. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı	123
Şekil 4.24. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği.....	124
Şekil 4.25. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği.....	125

Şekil 4.26. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı	125
Şekil 4.27. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemi'ne göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği	126
Şekil 4.28. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği.....	126
Şekil 4.29. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı.....	127
Şekil 4.30. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği	127
Şekil 4.31. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği.....	128
Şekil 4.32. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı.....	128
Şekil 4.33. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği	129
Şekil 4.34. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği.....	130
Şekil 4.35. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı.....	130
Şekil 4.36. Tam Winters Yöntemi'ne göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği	131
Şekil 4.37. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği.....	131
Şekil 4.38. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı.....	132
Şekil 4.39. Tam Winters Yöntemine Göre tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği.....	132
Şekil 4.40. Entity Simülasyon Sonucu.....	133
Şekil 4.41. Ana Prosesler ve Bekleme Süreleri	134
Şekil 4.42. Modelde Kullanılan Kaynakların Simülasyon Sonuçları	135
Şekil 4.43. Simülasyon Maliyet ve Zaman Sonuçları.....	135

SİMGELER VE KISALTMALAR

dk.	: Dakika
mm	: Milimetre
m	: Metre
cm	:Santimetre
g	: Gram
%	:Yüzde
kWh	: Kilowatt saat
ÜPK	: Üretim Planlama Kontrol
X	: Optimum Kumaş Üretim Miktarı
S	: Satış Fiyatı
E	: Hazırlık Maliyeti (TL/ay)
W	: Normal Mesai İşçi sayısı (kişi/ay)
O	: Fazla mesai İşçi Sayısı (kişi/ay)
H	: İşten Çıkarma Maliyeti (TL/ay)
F	: İşe Alma Maliyeti (TL/ay)
P	: Fason Maliyeti (TL/ay)
Y	: Binary değişkeni(0,1) (Üretimin Kontrolü Değeri,üretim olması halinde 1,olmaması halinde 0 değerini alır.)
M	: Çok Büyük Bir Sayı(üretimin kontrolü için)
I^+	: Elde Bulundurma Maliyeti (TL/ay)
I^-	: Elde Bulundurmama Maliyeti (TL/ay)
D	: Talep Miktarı (m/ay)
i	: Numune Kodu
j	: Proses Numarası
t	: Üretim Planı Periyot Numarası($t=1 \dots T$)
K	: Üretim Kapasitesi(kg/saat)
RI_k	: Plan döneminde k.çeşit hammaddeye ait stok seviyesi (kg/ay)
θ_{it}	: t periyodunda i kumaşının birim üretim maliyeti (TL/ay)
δ_{it}	: t periyodunda i kumaşının birim stok maliyeti(TL/ay)

γ_{it}	: t periyodunda i kumaşının birim karşılanamayan talep maliyeti (TL/ay)
ε_{it}	: t periyodunda i kumaşının normal mesai adam maliyeti (TL/ay)
ψ_{it}	: t periyodunda i kumaşının fazla mesai adam maliyeti (TL/ay)
β_{it}	: t periyodunda i kumaşının ücretli adam maliyeti (TL/ay)
α_t	: t periyodunda işten çıkartılan adam-saat maliyeti (TL/ay)
FFit	: t periyodunda i kumaşının fason üretim maliyeti (TL/ay)

1.GİRİŞ

Günümüzde Tekstil ve hazır giyim sektörü imalat sanayi içinde büyük bir öneme sahiptir. Tekstil ve hazır giyim sanayinin ihracat içindeki payı azalsa da hala önemini sürdürmektedir. Türkiye ekonomisi içinde büyük paya sahip olan bu sektördeki yaşanan gelişmeler tüm ekonomiyi etkilemektedir. Bu nedenle bu sektördeki rekabet gücünün sürdürülebilirliği önem taşımaktadır.

Büyüme ve gelişme çabaları, giderek karmaşıklaşan bilgi akışlarının yönetilmesindeki zorluklar, teknolojiye hızlı değişim, uluslararası rekabet şartlarında başarılı olmak, tekstil sektörünü ürün maliyetinin azaltılması değişen iş koşullarının önceden tahmin edilmesi ve karlılığın sağlanması gibi hedeflere zorlamıştır (Çelikçapa, 1999).

Şirketler karlı büyümelerini gerçekleştirebilmek amacıyla müşteriler için değeri olan ürünleri üretmeli ve ayrıca da daha karlı olabilmek için gelirlerini arttırmalı, maliyetlerini azaltmalı, tedarik sürelerini iyileştirmeli, envanterlerini azaltmalı ve müşteri tatminini arttırmalıdır. Bu noktada gerçekleştirilen modernizasyon planlamaları ikincil hedef olarak düşünülmelidir. Makine, ekipman ve bilişim teknolojilerine yatırım firmalar tarafından en çok önem verilen üretim modernizasyonu stratejisidir. Ancak birincil hedef eldeki kaynakları en verimli şekilde kullanarak istenilen kara ulaşmaktır. Bu amaçla üretim planlama tekniklerinden yararlanılır.

Ülkemiz tekstil hammadde bakımından oldukça zengindir. Bu kaynakların doğru ve kaliteli bir şekilde işlenmesi ile artacak olan ihracatın ülkemiz ekonomisine olan katkısı ancak düzenli bir planlama ve israfsız bir üretimle gerçekleşir (Demiraslan, 2001).

Boya terbiye departmanı tekstil ürünlerinin en son işlem gördüğü kısımdır. Burada boya, baskı, parlaklaştırma gibi görünüm; yumuşatma, sertleştirme kayganlaştırma gibi tutum; ve kolay ütülenme, güç tutuşma, çekmezlik gibi kullanım özelliklerini geliştirmek amacıyla bir takım prosesler uygulanır. İşletmelerin bu bölümleri hem en karmaşık proseslerin varlığı, hem yanlış uygulanan işlemlerdeki geri dönüşümün en zor ve en maliyetli olarak gerçekleştiği kısım olması bakımından

en çok dikkat edilmesi gereken bölümdür. Üretim planlamanın karmaşıklığı bir planlama modelinin kurulmasını zorunlu hale getirmektedir.

Yapılan çalışma iki kısımdan oluşmaktadır. İlk bölümde önceki yapılan çalışmalar da dikkate alınarak boya terbiye işletmesinin proses ve makinelerinden söz edilmiştir. Ayrıca üretim planlamanın tanımı, amaçları, işletmeler için önemi, yararları, diğer birimlerle olan ilişkileri belirtilmiş ve çalışmanın teorik kısmı anlatılmıştır.

İkinci bölümde ise doğrusal programlama tekniği anlatılarak bölgemizde faaliyette bulunan bir tekstil işletmesinin boya-terbiye departmanında en çok talep edilen 10 numune teknik tahlil edilip doğrusal programlama modelinde kullanılarak veriler elde edilmiştir. Bu modelde sabit taleple amaç fonksiyonu belirlenerek ve kısıtlayıcılar altında LINGO 11.0 bilgisayar paket programıyla çözüme gidilmiştir. Ve işletmenin üretim planlaması modelinin çözümleri değerlendirilmiştir.

Tekstil sektöründe talebin sabit olmayıp mevsimsel etkiler, trend gibi faktörlerden etkilenmesi daha doğru bir yaklaşımdır. Tez çalışmasında incelenen numunelerin bu değişimlerden ne kadar etkilendiği belirlenmiş ve bu numuneler için taleplerin hangi dağılıma uyduğu görülmüştür. Bu dağılımlar yardımıyla benzetim(simülasyon) metodu kullanılarak ARENA 8.0. paket programı yardımıyla değişken talep dikkate alınmış zaman ve maliyet hesaplamasına gidilmiştir.

1.1. Üretim Planlama

1.1.1. Üretim Planlama ve Kontrol

Üretim, en yalın tanımıyla yaratılan değerdir. Üretim planlama ve kontrol ise bir üretim yönetimi etkinliği olarak üretilecek ürünü belirlemek, üretim için donanım gereğini saptamak ve ürünlerin istenen kalite ve maliyette, istenen sürede, doğru zamanlarda ve istenen miktarlarda oluşumunu sağlayacak çizelgeleme, programlama çalışmalarını kapsar. Diğer bir ifadeyle gelecekteki faaliyetlerin (veya miktarlarının) düzeylerini veya limitlerini belirleyen ve gerekli zamanlarda önlem alan fonksiyona üretim planlama ve kontrol denir. Üretim Planlama ve Kontrol, planlama ve kontrol

olmak üzere iki ana faaliyetten oluşmaktadır. Üretim planlama ne zaman, ne miktarda, nerede ve hangi olanaklar ile üretimin yapılacağı ile ilgilenirken; üretim kontrol planlanan üretime uygunluğu denetler ve aksaklıkları gidermeye çalışır (Acar,1998).

Üretim planlamanın aşamaları şu şekilde ifade edilebilir:

- 1- Üretim planının kapsayacağı zaman aralığı tespit edilir
- 2- Ekonomik stok düzeyleri hesaplanır
- 3- Talep tahminleri yapılır
- 4- Plan dönemi başındaki ve sonundaki stok düzeyleri belirlenir
- 5- Başlangıç ve bitiş stokları arasındaki fark bulunur
- 6- Planlama dönemi içinde üretilmesi gereken miktar bulunur
- 7- Üretilmesi gereken miktar dönem dilimlerine dağıtılır (Kobu, 1981).

Üretim planlama farklı organizasyonel düzeylerde ve değişik zaman aralıklarını içerecek şekilde oluşur. Firmanın üst yönetimi uzun vadeli kapasite planlarını oluşturur. Bu yüksek düzeyli planlar genellikle üretim hatları, fabrikalar, pazarlarla ilgili olup yıl ölçeğindedir. Bir aşağı düzeyde operasyondan sorumlu yöneticiler orta vadeli planlar oluşturur. Bu planlar ürünlerin ayrıntılı planları yerine toplu üretim miktarlarını içerir. Kısa vadeli planlar (çizelgeler) fabrika düzeyinde oluşturulur ve ayrıntılı olarak ürünlerin üretim miktarlarını ve üretilecekleri zamanları içerir. Haftalık ya da aylık olabilir.

1.1.2. Üretim Çizelgeleme

Operasyonların ayrıntılı günlük planlanmasına çizelgeleme denir. Aşağıdaki sorunlarla ilgilenir:

- Hangi İş Merkezi hangi işi yapacak?
- Bir operasyon/iş ne zaman başlayacak ne zaman bitecek?
- İş hangi ekipmanla, kim tarafından yapılacaktır?
- Operasyonların/İşlerin sıralaması ne olacak?

Üretim Çizelgeleme Üretim Planlamaya göre daha ayrıntılı ve kısa dönemlidir. Çizelgeleme, en yakın zamandaki üretim amaçlarına ulaşabilmek için o

anki koşulları (uygun makine, iş gücü, malzeme vs.) göz önüne alarak ayrıntılı bir yol ortaya koyar (Hegde, 1972).

Bir işletmede ürünlerin üretilmesi veya işlemlerin yerine getirilmesi için zaman ve sıralama açısından plan yapılır. Bu plan üretim çizelgesidir(Çelikçapa F. 1999).

Çizelgeleme problemlerinde üç ana amaç mevcuttur. Bu amaçlardan ilki teslim tarihi ile ilgilidir; müşterilerin siparişleri geciktirilmemeye çalışılır. İkinci amaç akış süreleri ile ilgilidir; işlem süreleri minimize edilmeye çalışılır. Üçüncü amaç ise iş merkezlerinin kullanımı ile ilgilidir; makine, teçhizat ve personel açısından iş merkezini en etkin kullanımı amaçlanır.

Çizelgelemede başka önemli bir konu atölye yapısıdır. Akış Atölyesi tipinde sürekli ve hücresele üretim sistemi mevcuttur. Burada bütün işler aynı rota ve sabit bir sıralamaya göre gerçekleştirilir. Ancak İş atölyesinde siparişe göre üretim vardır ve her işin kendine göre bir rotası vardır. Hücresele üretim sistemleri akış sürelerinin işlem stoklarının, üretim hazırlık sürelerinin, malzeme taşıma maliyetlerinin azaltılması sağlamaktadır. Hücrenin şekli, yapısı (emek/sermaye yoğunluğu) çeşidi (makine, fabrikasyon, montaj, hibrid) çizelgelemeyi etkilemektedir.

Çizelgeler çok basit veya kompleks olabilir. Basit bir dolum ünitesinin çizelgelenmesi ne kadar kolaysa; bir otomobil montaj hattı için gerekli çizelge o ölçüde karmaşık ve zordur.

Çizelgelemenin başarılı olabilmesi için dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır:

Kapasite; Kapasitenin ne olduğu bilinmelidir. Uygulanması mümkün olmayan ya da oldukça pahalıya mal olabilecek çizelgelerin herhangi bir faydası yoktur. Ayrıca kapasite sabit bir kavram değildir ve üretilen ürün çeşitlerinin miktarına göre değişir. (elektrik motoru ile jeneratör üretimi kapasitesi eşit değildir.)

Yeterlilik; Bir makine veya işçi diğerlerine göre daha kaliteli veya hızlı çalışabiliyor olabilir. Bu kavramın hangi kaynağın hangi işe atanacağına karar verirken kullanılması gerekir.

İşin Gereksinimleri; Hangi kalite ve maliyet standartları istendiği, işin ne zaman bitirilmesi gerektiği veya operasyonların sırası gibi gereksinimler bilinmelidir.

Ölçüm Standartları; Zaman, maliyet, kalite ve kapasite ile ilgili bilinen her şey için ve bunların tahsisi ile ilgili standartlar oluşturulmalıdır.

Özetle üretim çizelgeleme iş emirlerinde bulunan işlemlerin atölyelerin üretim olanaklarına en rasyonel şekilde yüklenmesidir (Tanyaş, Erdoğan1991). Çizelgelemenin temel amaçları şu şekilde ifade edilebilir:

- 1- Üretim olanaklarının en etkin şekilde kullanımı
- 2- Müşteri taleplerine olabildiğince çabuk cevap verilmesi
- 3- İşlerin, teslim tarihlerinde gecikmeye neden olunmadan tamamlanması
- 4- Yarı mamul envanterinin en küçüklenmesi
- 5- Fazla mesai çalışmalarının en küçük olması

1.1.3. Üretim Planlama ve Kontrol Sisteminin Genel İşleyişi

Üretim Sistemleri; Üretim sistemleri genel olarak siparişe göre üretim, parti üretimi ve sürekli üretim (seri üretim) şeklinde sınıflandırılabilir. Üretim planlaması ve kontrolü (ÜPK), üretim sistemlerine göre değişkenlik göstermekte olup ÜPK faaliyetleri, ürün miktarı ve ürün çeşidi sayısı azaldıkça basit faaliyetler haline gelmektedir (Sabır,2000).

Üretim Sistemleri talep durumuna göre;

Siparişe Göre Üretim; Az sayıda ürünün bir defada üretilmesi,
Az sayıda mamulün talep geldikçe belirsiz aralıklarla üretilmesi,
Az sayıda mamulün talep geldikçe belirli aralıklarla üretilmesi.

Parti Üretim; Partinin bir defaya mahsus olarak üretilmesi,
Partinin belirsiz aralıklarla üretilmesi,
Partinin sürekli talebi karşılamak için bilinen zaman aralıklarında üretilmesi.

Sürekli (seri) Üretim; Akışık seri üretim,
Kesikli seri üretim (Ömerbaş,2006)

1.1.3.1. Üretim Planlaması ve Kontrolü (ÜPK)

Üretim yapan bir malzeme akış sisteminde karar verme süreci oldukça karmaşık olup, bu sistemde planlama, planlanan dönemin uzunluğuna göre uzun, orta, kısa dönem şeklinde üç ana kısımda incelenebilir(Yamak,1994).

Uzun Dönem Planlama; Uzun dönemli planlama bir ile beş yıllık dönemini kapsamakta olup bu planda bir işyerinin genel politikası ve kaynak kısıtları belirlenir. Bu dönemde yapılan çalışmalar aşağıdadır:

- ✓ Pazar Araştırması
- ✓ Tahminler
- ✓ Kaynak Planlaması
- ✓ Ürün imali politikaları
- ✓ Tesisler
- ✓ Dağıtım kanalları
- ✓ Müşteri servis politikaları (Yamak,1994)

Orta Dönem Planlama; Orta dönemli planlama, üç ay ile bir yıllık bir planlama dönemini kapsar. Orta dönemli planlama genellikle ana planlama olarak tanımlanmaktadır. Bu dönemde kararların verilebilmesi için tahminler, işgücü planlaması ve üretim planlaması gibi ön çalışmalar yapılmalıdır.

- ✓ Tahminler
- ✓ İşgücü Planlaması
- ✓ Üretim Planlaması
- ✓ Üretim seviyeleri
- ✓ Satın alma planları
- ✓ İşgücü seviyeleri
- ✓ Envanter hedefleri
- ✓ Dağıtım planları (Yamak,1994)

Kısa Dönem Planlama; Kısa dönemli planlama ise detaylı planlama olup, genellikle bir ile iki haftalık planlama dönemi kısa dönemli planlama süreci;

- ✓ Üretim miktarlarının sürekli kontrolü ve ayarı
- ✓ Malzeme eksikliği aksaklığının giderilmesi

- ✓ Makine bozulmaları aksaklığının giderilmesi
- ✓ İşçilerin dağıtımında önceliklerin belirlenmesi
- ✓ Fazla mesai kararlarının alınması
- ✓ Üretim ara-stok düzeyinin tespiti

gibi kararları içerir.

Planlama, imal edilecek olan ürün ve üretim kaynakları hakkında verilerin analizi ile başlamaktadır. Bu veriler sayesinde hedefe en verimli şekilde ulaşmak için firmanın kaynak kullanımı bir program hazırlanarak ana hatlarıyla verilir.

Herhangi bir üretim faaliyeti için ön şart talep raporudur. (Kıran,1977)

Bundan sonra önemli olan orta dönem planlama yani ana planlamadır.

Ana Planlama Kararları;

Hangi operasyonlar gereklidir?

Bu operasyonlar hangi merkezlerde yapılacaktır?

Bu operasyonların sırası nedir?

Ana üretim planı aynı zamanda “ana üretim çizelgesi” olarak da adlandırılmaktadır.

- Bu plan önceden tespit edilmiş zaman devrelerinde gerçekleştirilmesi gereken işlerin yapılabilmesi için imalat kısımlarına ait tüm hedeflerin ortaya konması için hazırlanır.
- Bu hedeflere yaklaşmak, genel amaç veya üretim hedefinin gerçekleşmesine yardımcı olur.
- Bunu yaparken talep ihtiyacı harekete geçirici role sahip olup, talebi zamanında karşılamak için ana planlamada insan gücü, makine, madde ve metotların incelenmesini içerir.
- Ana plan, yüklenen tezgahları ve üzerinde çalışılan parçaları ayrı ayrı belirtmeden kısımlara ait iş yükünün bir zaman devresi içinde dağıtılmasında yardımcı olan bir araçtır.
- Operasyon sıralarının belirlenmesi, zamanlama tahminleri ve çizelgeleme faaliyetleri ana planda belirlenen ana hatlar çerçevesinde sürdürülür.

- Bu nedenle ana planın gerçekçi olması bunu takip eden planlama çalışmalarının başarılı olması için ön şarttır (Hegedus, Eryolina, Geisler,1995).

ÜPK' nın elemanları genel olarak üç ana başlık altında incelenebilir. Bunlar;

- Ön planlama
- Planlama
 - Kaynak Planlaması
 - Malzeme, Metot, Makine,
 - İşgücü Planlaması
 - Yapılacak işlerin planlaması, Rotalama (yönlendirme)
 - Tahmin (zaman etüdü)
 - Programlama, İş Dağıtımı, Çizelgeleme şeklinde bir seçim söz konusudur.
- Kontrol: yapılan planlamaların işleyip işlemediğinin kontrolüdür. Çizelge 3.1.'de ÜPK fonksiyonları gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. ÜPK Fonksiyonları

PLANLAMA	KONTROL	STOK
Talep Tahmini	Dağıtım	Ambar yönetimi
Malzeme kayıtları	Takip	Miktar
İşlem planlaması	Standartlar	Satın alma
Programlama	Raporlama	Muayene

ÜPK Evreleri: Üretim planlamasının temel verileri iş yeri düzeni, makine ve insan gücü kapasitesi, satış tahminleri, stok denetim yöntemleri ve zaman standartlarıdır. Sipariş emirlerinden sonra işlem üretim planlaması ile başlar ve iş emirleri ile son bulur. Gelecekteki imalat faaliyetlerinin düzeylerini ve sınırlarını belirleyen Üretim planlamada takip edilecek sıra:

- Planın kapsayacağı zaman aralığı (aylık, yıllık, vb. gibi)

- Belirlenen dönemdeki talep tahmini (seçilmiş dönemlerdeki verilerden faydalanılır)
- Belirlenen dönemde üretilecek miktar bulunur ve dönem dilimlerine dağıtılır.
- Plan dönemi başındaki ve sonundaki stok düzeyleri belirlenir.
- Stok düzeyleri, üretim hızı ve kapasite durumunu kontrole yarayan bu plan haftalık üretim planlarına dönüştürülür(Kim, Verda, Dardis, 1991)

Doğrusal Programlama Tekniği Ve Duyarlılık Analizi; Doğrusal programlama, belirli eşitlikler veya eşitsizlikler altında amaca en iyi şekilde ulaşmak için, kısıtlı kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını sağlayan bir matematik yöntemidir (Öztürk,2005).

İşletme sorunlarına uygulanan doğrusal programlama modellerindeki kazanç ve maliyet, teknoloji katsayıları, kaynakların düzeyi gibi parametreler, öngörülmemiş değerler olduğundan, hatalı olabileceği gibi zaman içinde de değişebilirler. Bu parametrelerin değişmesi durumunda optimal çözümün nasıl etkileneceğinin gözlenmesi gerekir.

Bu gözlemler duyarlılık analizleri aracılığı ile gerçekleştirilir

Doğrusal programlama probleminde duyarlılık analizi beş ana başlıkla incelenmektedir

- Amaç fonksiyon (kâr veya maliyet) katsayılarının değişimi
- Kısıtların sağ taraflarının değişimi
- Probleme yeni bir değişkenin eklenmesi
- Karar değişkenlerinin teknolojik matris katsayılarının değişmesi
- Probleme yeni bir kısıtın eklenmesi (Bowers,1993)

Simülasyon ile Planlama; Doğrusal olmayan ilişkiler ve karmaşık karşılıklı etkilemeler içinde bulunan değişkenlerin matematiksel yöntemler ve modellerle çözümü güçtür. Simülasyon ile belirli bir politika güdülünce ne olacağı kestirilebilir. Simülasyon, model kurma işlemini küçük parçalara ayırmak bunların karşılıklı etkilemelerini gösterecek biçimde ve doğal sıraları içinde birleştirmektir. İşletme hayatında simülasyon tekniği çeşitli amaçlarla kullanılır ve çeşitli işletme durumlarına uygulanır. Dolayısı ile simülasyon modellerinin genel yapısı amaca göre değişir. İşletmelerde simülasyon modelleri üç amaç için kullanılır. Bunlar; kısa

dönem planlaması, uzun dönem planlaması, bilgi-işlem sistemlerini bilgisayarlaştırılmış toplam sistem içinde birleştirme şeklindedir.

Simülasyon modellerini belli başlı iki grupta toplamak mümkündür:

- ✓ Belirlilik altında simülasyon
- ✓ Risk altında simülasyon (Tanyaş, Erdoğan1991)

1.1.3.2. Üretim Süreci

Firmada Ürünlerin Ne Zaman ve Nasıl Üretileceğine Dair Karar Verilmesi; Firmada ürünlerin ne zaman ve nasıl üretileceği müşteriden gelen siparişe göre belirlenir. Müşteriden alınan siparişin türü ve miktarı (hangi türde kaç metre kumaş), istenilen kalite, faks veya telefon aracılığıyla, işletmeye ulaşır. İşletme, siparişe karşılık bir teklif hazırlar (Planlama bölümü bir termin belirler) ve bunu müşteriye yine faks veya telefon yoluyla bildirir. Müşteriden onay geldiğinde üretime geçilir.

Siparişlerin Alımı; Siparişler müşteriler tarafından yazılı bir şekilde verilir. Bu siparişlerde kumaş ismi, sipariş miktarı, istenilen renk, desen, varyant numaraları isteniyorsa test istekleri, istenilen termin tarihinin ve birim fiyatının belirtilmesi gerekir.

Müşteriye Termin Tarihinin Bildirilmesi; Sürekli sipariş edilen tiplerde müşteriyle mutabık kalınan bir termin süresi olduğundan müşteri bu tür siparişlerde termin sorulmaksızın siparişini verir. Beklenmedik bir durum olması halinde siparişe mutabık kalınan süre içerisinde hazır olmayacağı mümkün olan termin müşteriye yazılı olarak bildirilir. Müşterinin yazılı onayı sonrası sipariş işleme alınır.

Yeni tiplerde terminlendirme müşteriden alınan muhtemel sipariş miktarı ve buna bağlı termin isteğine göre yapılır.

Müşteriden yazılı olarak alınan bu bilgiler belirli termin talep formu , üretim planlama müdürlüğü ve diğer ilgili birimlere geçilir. Üretim planlama müdürlüğü gerekli çalışmaları yaptıktan sonra aynı form üzerinde bu isteklerin mümkün olup olmayacağını bildirir. Bu doğrultuda müşteri ile görüşülür ve sipariş işleme alınır.

Sevkiyat; Sevkiyata hazır siparişler için mamul ambar müdürlüğünden hazır mala ait kolisaj yani çek listesi istenir. Bu istek AS/400 dahilinde yapılır. Kolisajlar export, sevkiyat formu eşliğinde sevk edilmek üzere ilgili birime gönderilir.

Üretim planlamanın aşamaları şu şekilde ifade edilebilir:

Üretim planının kapsayacağı zaman aralığı tespit edilir

Ekonomik stok düzeyleri hesaplanır

Talep tahminleri yapılır

Plan dönemi başındaki ve sonundaki stok düzeyleri belirlenir

Başlangıç ve bitiş stokları arasındaki fark bulunur

Planlama dönemi içinde üretilmesi gereken miktar bulunur

Üretilmesi gereken miktar dönem dilimlerine dağıtılır

Üretim planlama farklı organizasyonel düzeylerde ve değişik zaman aralıklarını içerecek şekilde oluşur. Firmanın üst yönetimi uzun vadeli kapasite planlarını oluşturur. Bu yüksek düzeyli planlar genellikle üretim hatları, fabrikalar, pazarlarla ilgili olup yıl ölçeğindedir. Bir aşağı düzeyde operasyondan sorumlu yöneticiler orta vadeli planlar oluşturur. Bu planlar ürünlerin ayrıntılı planları yerine toplu üretim miktarlarını içerir. Kısa vadeli planlar (çizelgeler) fabrika düzeyinde oluşturulur ve ayrıntılı olarak ürünlerin üretim miktarlarını ve üretilecekleri zamanları içerir. Haftalık ya da aylık olabilir (Charnes, Cooper, 1961).

1.2. Kapasite Planlaması ve Önemi

Kapasite planlaması sadece kurulacak yeni bir işletmenin veya yeni bir yatırımın hangi büyüklükte olması gerektiğini önceden belirlemek değil, aynı zamanda kurulu bir işletmenin hangi oranlarda genişletilmesi gerektiğini veya en uygun kapasite genişleme büyüklüğünün belirlenmesini içerir.

Belli bir sürede üretilen mal veya hizmetlerin fiziksel birim sayısı kapasite ölçüsü olarak kullanılır; bir kişi belli bir süre içinde, söz gelişi 8 saat içinde bir maldan 20 birim üretirse, o kişinin üretim kapasitesi 20 birimdir, denir. Yine bir tezgah 8 saatte 40 metre kumaş dokuyabilirse, üretim kapasitesi 8 saatte 40 metredir, denilir. Bir fabrika günde 400 metre kumaş dokuyor ve yılda 300 gün çalışıyor ise,

bu fabrikanın yıllık üretim kapasitesi $400 \times 300 = 120.000$ metre kumaştır, denilebilir. Genellikle iki tür kapasite kavramıyla karşılaşılmaktadır. Bunlardan ilki, bir işletmenin "teknik veya mühendislik kapasitesi", ikinciyse "ekonomik veya maliyetler açısından kapasite"dir. Teknik veya Mühendislik kapasitesi; bir işletmenin fiili (gerçekleşen) üretim miktarı ile maksimum üretim arasındaki ilişkiyi gösterir. Bu yaklaşıma göre kapasite, maliyetler ve üretim darboğazları göz önüne alınmadan bir işletmenin birim zamanda üretebileceği maksimum ürün miktarı olarak tanımlanabilir. Buna göre, bir işletmenin veya tesisin tahmin edilen kapasitesi sürekli olarak gerçek veya fiili üretim kapasitesinin üzerinde olacaktır. Maliyetler açısından veya ekonomik kapasite; Üretim yöntemi (teknigi) değişmediğinde bir işletmenin minimum maliyetler düzeyinde üretebileceği ürün miktarı olarak tanımlanır. Ekonomik kapasitenin teknik kapasiteye oranla bir işletmenin gerçek üretim düzeyini daha sağlıklı biçimde yansıtacağı avantajı yanında; bu kapasite ölçümünün daha zor olacağı da göz önünde bulundurulmalıdır. Çalışma derecesi (Kapasite Kullanım Oranı); Bir işletmede normal kapasiteden yararlanılabilen oranı gösterir. Çalışma Derecesi = Gerçekleşen (Fiili) Kapasite / Normal (Pratik) Kapasite (Esin,1981)

1.3. Talep Tahmini

Üretim planlamasında, planlama öncesinde ön planlama çalışmaları yer alır. Ön planlama aşamasındaki çalışmalar olmadan güvenilir bir üretim planı yapmak olanaksızdır. Talep tahmini ve kapasite planlaması da ön planlamanın ana unsurlarıdır. Burada bir tanım yapmak gerekirse; gelecekteki bir zaman süresi için bir veya çeşitli mamuller bazında talep düzeyini tespit etme çalışmalarına talep tahmini denir. Üretilmesi düşünülen mala ne kadar talep olacağı bilinmeden herhangi bir planlamaya girilmez. Çünkü bu planlamaya göre hammadde, yedek parça, yarı mamul, makine, insan gücü ve yatırım ihtiyaçlarının saptaması yapılacaktır. İşletme organizasyonunun çeşitli üniteleri talep tahminlerine farklı açıdan bakarlar. Orta büyüklükteki bir imalat firmasında talep tahminlerinin satış veya pazarlama departmanının başlıca görevi olduğu söylenebilir. Ancak sonuçları kullanma

açısından ÜPK'nın konuyla ilgisinin daha fazla olduğu söylenebilir. Bununla birlikte pek çok işletme için geçerli sayılabilecek şöyle bir paylaşırma yapmak mümkündür (Öztürk,2005)

<u>Faaliyet</u>	<u>Sorumlu Departman</u>
1. Talep tahmininin yapılması	Satış
2. Üretim planında veri olarak kullanılması	ÜPK
3. Gerçek değerle satışlar arasındaki sapmaların tespiti	ÜPK
4. Sapmaların nedeninin araştırılması	Satış
5. Düzeltmelerin yapılması	Satış
6. Düzeltmelerin üretim planlarına yansıtılması	ÜPK

Talep tahminlerini, zaman aralığı, kullanma amacı, mamul cinsi, hesaplama tekniği gibi çeşitli kriterlere göre sınıflandırmak mümkündür. Bunların içinden en fazla rastlanan sınıflandırma tahminlerin kapsadığı zaman aralığına göre yapılanlardır. Zaman aralığına göre tahminler dörde ayrılır:

- 1. Çok Kısa Vadeli Tahminler:** Günlük veya haftalık yapılır. Parça, malzeme ve mamul stoklarının kontrolü veya montaj hattı iş programlarının hazırlanması amacı ile yapılır. Daha çok işletme içi verilerden yararlanılır.
- 2. Kısa Vadeli Tahminler:** En uygun imalat parti hacimlerinin tedarik zamanlarını ve sipariş büyüklüğünün saptanmasına yöneliktir. Genellikle üç veya altı aylık süreleri kapsar.
- 3. Orta vadeli Tahminler:** Tedarik süresi belirsiz veya uzun olan malzeme alımlarının üretim prosesi karmaşık mamullere ait imalat faaliyetlerinin, mevsimsel dalgalanma gösteren mamul stoklarının planlanmasından oluşur. Altı ay ile beş yıl arasındadır.
- 4. Uzun Vadeli Tahminler:** Tesislerin genişletilmesi, yeni makinaların alınması gibi yatırım planlamasını ilgilendiren konulara veri sağlama amacını taşırlar. Beş yıl veya daha uzun süreler için yapılır.

Talep tahmininin kapsadığı zaman aralığı büyüdükçe sonucu etkileyen faktörlerin sayısı artar ve bunlar arasındaki ilişkiler gittikçe karmaşık bir hal alır. Doğru bir tahmin için her detayı önemsemek gerekir. Buna karşılık vade kısaldıkça

tahminlerin gerçeğe uygunluk derecesi önem kazanır. Tüketiciden talep gelmeye başladığı andan itibaren mamulün istenen teslim zamanına kadar geçen sürenin uzunluğu talep tahmin ihtiyacını ortaya çıkarır. Tüketici ihtiyaçlarını zamanında karşılamak için stoklamaya gidilmesi de talep tahmininin önemini bir kat daha artırır. Sipariş üretimi yapan fabrikalarda geleceğe ait tahminlere pek ihtiyaç yoktur. İmalat işletmelerinde olabilecek talep tahmin çalışmaları tahminlerine göre şöyle gruplanır.

- a) Yeni mamul talep araştırmaları
- b) Endüstri dalına ilişkin talep araştırmaları
- c) Fabrikalar grubuna ait talep araştırmaları
- d) İşletmenin geleceğine ait toplam talep tahminleri
- e) Bir mamul grubuna ait talep tahminleri
- f) Belirli bir mamul için yapılan talep araştırmalar (Yamak,1994)

Talep Tahmin Prensipleri: Talep tahmininde göz önüne alınması gereken bazı prensipler vardır. Bunların başlıcaları şunlardır:

- 1) Büyük gruplar (miktar veya çeşit) için yapılan tahminler daha duyarlıdır.
- 2) Tahminlerin kapsadığı zaman aralığı kıaldıkça duyarlılık artar.
- 3) Her tahminin kabul edilen bir hata oranı olmalıdır.
- 4) Herhangi bir talep tahmin metodunu uygulamaya geçirmeden önce metod denenmelidir.

Talep Tahmininde Yapılacak İşler;

- 1) Tahmin için gerekli bilgiler hazırlanır, veriler toplanır.
- 2) Talep tahmin periyodu tespit edilir.
- 3) Tahmin metodu seçilir ve hata hesabı yapılır.
- 4) Tahmin sonuçlarının geçerliliği araştırılır (Demiraslan,2001).

Talep Araştırma Metotları; Talep araştırmalarının geçerliliği kullanılacak yöntemden çok toplanan bilgilerin doğruluğuna bağlıdır. Öte yandan yanlış hesaplama yönteminin uygulanması sonucunda topladığımız doğru bilgiler işe yaramaz hale gelir. Dolayısıyla yönetimin seçimi doğru bir tahmin için çok önemlidir. Tahminde kullanılan metotlar başlıca dört grupta toplamak mümkündür:

1) Tecrübe ve sezgiye dayanan tahmin: İşletmenin çeşitli ünitelerinde ve ilgili kuruluşlarında çalışan kişilerin görüşlerinin sistematik biçimde toplanarak

analiz edilmesinden ibarettir. Bu yöntem basit ve düşük maliyetlidir. Ancak büyük tecrübe ve sezgiye dayanır. Yani subjektiftir.

2) İndekslere göre tahmin: Bu tip tahmine örnek göstermek gerekirse ev aletleri üreten bir firmanın satış tahminlerini milli gelirlere göre yapası olabilir. Bu tip tahminlerde yüksek bir güven istenir.

3) Ortalamalara göre tahmin: Bu tip tahminler geçmiş satış bilgilerinin ortalamasına dayanan ve genellikle satışlar için yapılan tahminlerdir.

4) İstatistiksel tahmin: Geçmişteki taleplerin istatistiksel analizi üzerine kurulmuş tahmin tipidir. En güvenilir metottur.

Bunların altında yapılan tahmin teknikleri başlıca şunlardır:

a) Ortalama Talep: Ortalama talep tüm geçmiş verilerin aritmetik ortalamalarının bulunmasından ibarettir.

b) Ağırlıklı Ortalamalar: Bu teknik yapılacak tahminde seçilmiş bazı zaman aralıklarına daha ağırlık verilmesi ilkesine dayanır ve şu şekilde hesaplanır.

$$X=aD+bD1+cD2$$

Burada:

D=Son ayın talebi (içinde bulunulan ay)

D1=Bir ay evvelki talep

D2=İki ay evvelki talep

a,b,c değerleri aylara verilen önem derecelerini göstermektedir. Buna göre;

$$a+b+c=1$$

c) Üssel ağırlıklı ortalamalar: Bu teknik geçmiş verilerin tümünü temsil eden, aynı zamanda yakın geçmişteki verilere daha ağırlık veren bir yöntemdir.

Yöntem şu formülle açıklanabilir:

$$St=St-1+a(Dt-St-1)$$

Burada:

St=t zamanında (t+1) periyodu için yapılan talep tahmini

Dt=t zamanında gerçek talep

St-1=t-1 zamanında t periyodu için yapılan talep tahmini

a=düzeltilme katsayısı

d) Hareketli ortalamalar: Tesadüfi etkenlerin sebep olduğu değişimleri bir ölçüde elimine etmek için kullanılan bir yöntemdir.

e) Trend analizi: Sürekli artan veya sürekli azalan yani devamlı bir yönde değişen tahminlerde kullanılan bir yöntemdir (Okşan,2006)

Talep tahmini üretim planlama ve stok kontrolü konularında kritik bir rol oynar.

Üretim planlarının hazırlanmasında, stokların kontrolünde talep girdisi temel bir elamandır. Bu yüzden gerçekçi talep tahminleri planların geçerliliğini sağlayacağından bu konuya gereken önemin verilmesi şarttır.

Önceki çalışmalar tecrübe ve sezgiye dayanan tahmin ve de ortalama talep yöntemine dayanmaktadır. Tekstil işletmeleri daha çok potansiyel müşterilerini koruma stratejileri izlediğinden müşterilerini tanımakta ve taleplerini tecrübe ve sezgiye dayalı tahmin yöntemine göre gerçekleştirmekte ya da belirlenmiş bir ürün grubunun herhangi bir dönemdeki(3 aylık/yıllık) satışları dikkate alınarak ortalama talep yöntemine göre tahminler yapılmaktadır.

Talep tahmininde dikkate alınması gereken en önemli husus, taleplerin modaya(trende) ve mevsimsel değişimlere karşı olan eğilimleridir. Örneğin, kadife üretimi kışın kullanılacak bir ürün olmasına rağmen işletmelerdeki üretimi yaz aylarında gerçekleştirilmektedir. Yani yaz periyodunda kadife üretimi için talep maksimum iken diğer periyotlarda istisnai durumlar dışında talep sıfıra yakındır.

Talep tahmininde zamana dayalı istatistiksel yöntemler kullanılarak doğru sonuçlara ulaşılmaktadır. Bu çalışmada zaman serileri analiz yöntemlerinin uygulanabildiği STATISTICA adlı paket programından yararlanılmıştır. Bu programda önceki yıllara ait talepler göz önüne alınarak bir sonraki yılın talep tahmini yapılmıştır. Her bir numunenin teker teker durumları incelenmiş ve her numune için uygun olan yöntem karşılaştırmalar yapılarak belirlenmiştir. Gerçek satış değerleriyle hata değerlerinin arasında fark olmaması yani grafiklerde bu değerlerin çakışması amaçlanmıştır. Uygulanan yöntemlerde doğru sonuca ulaşmak için performans analizlerinden yararlanılmıştır. İstatistiksel verilerle sonucun doğruluğu ispatlanmıştır. Ayrıca normal olasılık dağılımları ve de histogram grafikleri kullanılarak veriler görselleştirilmiştir. Ayrıca otokorelasyon grafikleri

kullanarak seçilen yöntemin kontrol limitleri altında kaldığı gösterilerek yöntemin doğruluğunun ispatı yapılmıştır.

Tekstil sektöründe talep için esas olan talebin sabit olmadığını kabul etmektir. Taleplerin bir dağılıma uygunluğunu belirleyerek simülasyon yöntemi ile çözüme gitmektir. Paket program ile belirlenen değerler etrafında talebin değişkenliği kabul edilerek daha doğru sonuçlara gidilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma konusu ile ilgili olarak yapılan geniş literatür taraması tekstil sektöründeki her tür yöneylem konusu (optimizasyon, bulanık mantık ve simülasyon gibi) dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Tanyaş ve Erdoğan (1991) hedef programlama yöntemi kullanarak bir tekstil işletmesinde uygulama yapmışlardır. Maliyet minimizasyonu hedef alınarak öncelikle doğrusal programlama tekniği ile çözüme gidilmiş sonra da hedef programlama uygulanmıştır. Sonuçlar karşılaştırma yapılarak değerlendirilmiştir.

Nuttle ve King (1992) dokuma üretiminde stok zincirinin farklı yerlere ulaşımı problemlerinde yükleme ve çizelgeleme yaklaşımını incelemiştir. Çalışmalarında simülasyon tekniği kullanmışlardır.

Tag (1995),dinamik bir sistem modeli geliştirmiş bu yüksek seviyeli modelde sipariş, materyal, bilgi akışı ve üretim proseslerini kompleks bir ağ şeklinde düşünmüş ve sistem gecikmelerinin, yönetici stratejilerinin ve bilgi paylaşımının üretim sisteminin performansına etkisini araştırmıştır.

Wu,Fang ve Nuttle (1995) bulanık mantık(fuzzy) kontrol mekanizmasıyla tekstil üretim ve yönetimi için karar modellerinin yapısına sinir ağ teknolojilerini uygulamışlardır.

Sox ve Mucktdt (1996) rassal talebi baz alarak çok ürünli, çok periyotlu kapasitelerden oluşan üretim planlamanın çözüm algoritmasını lagrange çarpanlar metodu yardımıyla belirlemiştir. Sonuçta her periyoda uygun maliyet ve talep dağılımları bulunmuştur.

Heckmann R ve Lengauer T (1997) simülasyon tekniğini tekstil endüstrisine uygulayarak oluşturdukları algorithmada yüksek performans, kullanım kolaylığı, müşteri memnuniyeti hedeflemiştir. İki değişkenli ağ problemi kullanmışlardır.

Metters (1997) stokastik mevsim talepleri altında bir üretim/envanter problemini incelemiştir. Çalışmada 12 periyotlu bir sistem kullanılmıştır. Taleplerin stokastik ve zamana bağlı olduğu ancak periyotlardan bağımsız olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bartolacci ve Stuart(1998) çalışmalarında bir tekstil prosesini modellemişlerdir. Modelleme ticari data toplama şekline dönüştürülmüş ve simülasyon tekniği ile üretim proseslerinde optimizasyon gerçekleştirilmiştir.

Özlü (1999) çalışmasında üretim değiştirme maliyetleri, değişen talep miktarlarında kapasitelerin optimum kullanımı, stokta en az malzeme bekletilmesi ve üretim dağıtımı konularında çalışmalar yapmış, dinamik programlama yöntemiyle çözüme ulaşmıştır.

Sabır E.C.,(2000) iplik işletmesinde optimizasyon modelinin her ölçekteki işletmelere herhangi bir plan modeli için uygun olduğunu ispatlamış, duyarlılık analizi yöntemiyle de karar değişkenlerinin kat sayılarında meydana gelen bir değişikliğin maksimum karı nasıl etkileyeceğini belirtmiştir. Oluşturduğu modelin işletmenin yapısındaki esnekliklere kolay adapte olabilecek bir model olduğunu gösterip işletmeyle ilgili önerilerde bulunmuştur.

Tielemans ve Kuik (2000) üretim planlama ve kontrol başlığı altında duruşlardan faydalanma üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Yığın büyüklüğü kuyruktaki bekleme sürelerinin azaltılmasıyla mümkün olacaktır.

Kabaş ve Barbarasoğlu (2000) üretim planlama ve veri toplama sistemleri arasında verilerin ve uygulamaların bütünleştirilmesini sağlayacak bir sistem oluşturmuşlardır. Modelin faydaları: veriler otomatik barkod sistemiyle alınarak veri girişi birkaç saniyeye düşürülmüştür. Verilerdeki hata oranı 1/10000 azalmıştır. Çalışan hataları ortadan kalkmıştır.

De Toni A,Meneghetti A.(2000),bir tekstil endüstrisi için üretim planlama ağı modeli incelemişler simülasyon tekniği ile çözüme gitmişlerdir İşletme ağı içindeki dış zaman performansı ve iç zaman performansı arasındaki bağlantıyı karşılaştırmışlardır. Üretim planlamanın bu farklı süreleri analiz edilerek firmalara gelen nakit akışları belirlenmiştir.

Güneri A,(2002) üretim planlamanın alt konularından malzeme ihtiyaç planlaması ve tam zamanında üretim tekniklerini aynı anda kullanmış ve getirdiği faydalardan bahsetmiştir. Böyle bir karma modelde malzeme ihtiyaç planlama stok ve üretimi planlamak, tam zamanında üretim ise üretimi yönetmek ve kontrol etmek için uygundur. Karma yaklaşım talep değişimine duyarlı, atelye düzenlemesinin

basitliği avantajlarına sahip itme ve çekme sistemlerinin pek çok avantajını birleştiren bir yaklaşımdır.

Ulusoy, Çetindamar, Akın, Bulut ve arkadaşları (2004-2005) Üretimde Modernizasyon isimli makalelerinde modernizasyonun planlama ufku içinde yer alması gerektiğini savunmuşlar ve bu ufkun en kısa olduğu sektörün tekstil sektörü olduğu tezini savunmuşlardır. Makine, ekipman ve bilişim teknolojilerine olan yatırımın firmalar tarafından en çok önem verilen stratejinin üretim modernizasyonu olduğunu söylemişlerdir.

Pekmezci ve Demireli (2005) makalelerinde esnek üretim sisteminin tekstil işletmesine uygulanabilirliği araştırılmıştır. Esnek üretim sisteminde talepteki ani değişikliklere yanıt vermek için sistemin programlanması, makineler üzerinde değişiklik yapma ve yükleme-boşaltma işlemlerinde zaman kaybının ihmal edilebilecek kadar az olduğu belirlenmiştir. Bu sistemde müşteri taleplerine uygun üretim, işletmedeki stok seviyesini minimum seviyeye indirmek ve müşterilerin talebine uygun olarak yapılan üretimi en kısa zamanda gerçekleştirebilmek hedeflenmiştir. Amaç yüksek esnekliğe ve düşük etkinliğe sahip sipariş üretiminin ürün çeşitliliğinin avantajını elde ederken; aynı anda verimliliği yüksek fakat esnekliği düşük olan sistemlerdeki makine kullanım performansı yakalamaktır.

Okşan D., (2006) yüksek lisans tezinde bilgisayara dayalı kaynak kullanımı ve üretim planlaması üzerine çalışmalar yapmış, işletmelerin sistemlerden en büyük beklentilerinin işletme maliyetlerinde azalma ve iş süreçlerinde iyileşme olduğu fakat sistemlerin faydaları araştırıldığında maliyetlerde azalmanın yüksek olmadığı daha çok bilgilere ulaşmadaki kolaylık ve bilgi kalitesindeki artış gibi faydaların ön plana çıktığı görülmüştür.

Acar, Ömürbek ve Eroğlu (2006) yaptıkları tam zamanında üretimi hedef alan anketlerinde sistemin uygulandığı takdirde gereksiz ve maliyetleri artırıcı stok fazlalıklarının görülmediğini ispatlamışlardır. Sistem her aşamada sıfır stok amaçlamakta ve dolayısıyla depolama ile ilgili alana ve depo personeline ihtiyaç bulunmamaktadır. Ancak anket sonucunda tekstil işletmelerin tam zamanında üretim sistemine uzak oldukları görülmüştür.

Aydoğan, Asal ve Gürün(2006) yazdıkları makalede üretim planlamanın bir dalı olan malzeme ihtiyaç planlaması hakkında Ankara’da uyguladıkları küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde üretim planlama ve kontrol faaliyetlerinin daha etkili yapılmasını sağlamışlardır. Bu sayede, ham,yarı ve yardımcı mamullerin temini ve kullanımı kolaylaşmış,mevcut makine ve teçhizatın etkin bir şekilde kullanılması ve işlem planlaması daha kolay yapılarak üretim ekonomikleştirilmiştir.İş gücünün etkin kullanımı ve verimliliği artırılmış,bölümler arası bilgi akışı ve iletişimi kurulmuştur.

Öztürk M, (2007) yaptığı Üretim planlamasında Çok Hedefli Doğrusal Hedef Programlama Ve Uygulaması tezinde eşit ağırlıklı model kullanarak yapısal kısıtlayıcıları sağlamış ve amaç fonksiyonunda oluşan farklı birimlerden kaynaklanan sapmaları minimize ederek uygulama yaptığı işletmenin aylık maksimum karı sağlayacak ürün çeşit ve miktarlarını belirlemiştir.

Bal Ö,(2007) yaptığı tez çalışmasında polyester, viskon ve elastan karışımli kumaşlar üzerinde analizler yapmış, büzülme değerlerini hesaplayarak işletme hammadde ihtiyaçlarının nasıl yapılacağını bir bilgisayar programı yardımıyla çözümlenmiştir.

Gökçen M(2009),doktora tezinde yeni üretim planlama ve kontrol yöntemleri arasında sayılan iş yükü kontrol kavramlarını kullanarak ÜPK’nın etkinliğine katkısı olacak kabul/ret, teslim tarihi atama v.b karar noktaları tanımlamıştır. Ve bu karar noktalarını eş zamanlı değerlendirerek her bir karar noktasının etkisinin araştırılmasına olanak sağlayan benzetim modelleri geliştirmiştir. Ayrıca bir karma yönlendirme kuralı ile karar aşamalarının etkinliğini artırmayı hedeflemiştir.

Kocamaz M.,(2009)doktora tezinde genetik algoritma yöntemi kullanarak iş süreçleri yöntemi kapsamında, bütünleşik malzeme akış sistemleri üzerinde, toplam üretim süresinin düşürülmesi, terminlere uyularak müşteri memnuniyetinin artırılması, yarı mamul stoklarında elde bulundurma maliyetinin düşürülmesi ve süreç çevrim zamanının kısaltılması sağlanmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, Çukurova Bölgesinde üretim faaliyetinde bulunan büyük ölçekli bir Boya-Terbiye İşletmesi seçilmiş ve çalışmada kullanılacak materyaller bu işletme için belirlenmiştir. Seçilen işletmede üretim planlama ve kontrol için doğrusal programlama metodu ile bir matematiksel model geliştirilmiş ve çözülmüştür. Aynı veriler kullanılarak üretim planlamanın simülasyon tekniği ile de çözümü gerçekleştirilmiştir.

3.1. Materyal

Boya-Terbiye İşletmesinde 1 aylık üretim süreci içerisinde kumaşların sipariş miktarına göre dağılımı incelenmiş ve üretimin % 70'ini oluşturan kumaşlardan numuneler seçilmiştir. Toplam 1 aylık süreç için 1.575.000 metre bu kumaşlar için sipariş tespit edilmiştir. Bu siparişin de %60'ı elyaf boyalı,%40'ı top boyalı olarak dağılmıştır. Yani toplam siparişin 945.000 metre elyaf boyalı, 630.000 metre ise düz boyalı sipariştir.

Seçilen işletmenin ortalama üretim kapasiteleri;

Elyaf boyalıları için 15.000 metre/gün

Top boyalıları için 10.000 metre/gün

Aylık iş günü 25 olarak kabul edilirse toplam aylık kapasite:

$25\text{gün}/1\text{ ay} * 25000\text{ m/gün} = 1.250.000\text{m/ay}$

Böylece kapasite % 60 elyaf boyalı,%40 top boyalı olarak düzenlenirse 750.000 m/ay elyaf boyalı,500.000 m/ay tops boyalı kumaş üretim kapasitesi gerçekleşmektedir.

Numune alınan kumaşlar toplam üretim içindeki yüksek payı nedeniyle elyaf boyalı ve tops boyalı olarak ayırım yapılmıştır.

Kullanılan numuneler ve özellikleri; İşletme içerisinde üretilen 5 adet elyaf boyalı ve 5 adet tops boyalı dokuma kumaş örnekleri incelenmiştir.10 adet numuneye ait materyal bilgisi çizelgede verilmiştir. Bu çizelgede sadece numunelerin kompozisyonu ve elyaf/tops boyalı olup olmadığı gösterilmiştir.

Numune seçiminde elyaf ve tops boyalı olmasının yanı sıra farklı kompozisyonda malzeme seçimine de dikkat edilmiştir. Bunun nedeni her kompozisyonda kullanılan hammadde miktarı ve üretim prosesinin değişik olması ve böylece 10 farklı kompozisyondaki kumaş tipinin üretim planının da incelenmek istenmesidir. Numune kompozisyonu ile de kumaşı oluşturan materyal ve karışım oranları kastedilmiştir. Her numunenin önemli teknik özellikleri ve ürün halindeyken analiz edilen kompozisyonu çizelge 3.1., 3.2. ve 3.3.'de sırasıyla verilmiştir.

Çizelge 3.1 Seçilmiş Numuneler ve Kompozisyonları

Numune Çeşidi	Numune Kodu	Numune Kompozisyonu			
		Polyester (%)	Viskon (%)	Pamuk (%)	Elastan(Lycra) (%)
Elyaf Boyalı	N 1*	49	47		4
	N 2	47,5	47,5		5
	N3	63	33		4
	N4	62	33		5
	N5	62	33		5
Tops Boyalı	N6	52		43	5
	N7			98	2
	N8			98	2
	N9			98	2
	N10			95	5

*N1:Numune 1

Çizelge 3.2. Numunelerin Teknik Özellikleri

Numune Kodu	Kumaş Eni (cm)	m-tül ağırlığı (g/m)	m ² ağırlığı (g/m ²)	Atkı sıklığı (adet - tel/cm)	Çözü sıklığı (adet-tel/cm)	Örgü tipi
N1	142	312,4	220	27	30	1/1 bezayağı
N2	140	378	270	32	36	2/2 Z dimi
N3	140	420	300	26	38	2/1 Z dimi
N4	135	580,5	430	36	40	Fantezi
N5	139	472,6	340	26	29	2/2 Z dimi
N6	143	495	337	24	30	2/1 Z dimi
N7	150	285	190	23	26,4	1/1 bezayağı
N8	143	250	175	23	46,7	4/1saten
N9	143	336	235	34	55,8	4/1 saten
N10	145	282,7	195	34	72	3/1 S dimi

Çizelge 3.3. Seçilen Numunelerin Ürün Kompozisyonu

İplik Çeşidi			İplik no (Ne)	Harman (%)	Büküm yönü	Büküm (tur/m)	Elastan (Lycra)
N1	Atkı	1	44/2	PE/VIS % 50/50	S	735	44 dtex
		2	44/2	PE/VIS %50/50	S	735	44 dtex
		3	60/2	Polyester % 100	S	840	-
	Çözü	1	44/2	PE/VIS %50/50	S	735	44 dtex
		2	44/2	PE/VIS %50/50	S	735	44 dtex
		3	60/2	Polyester % 100	S	840	-
N2	Atkı	1	44/2	PE/VIS % 50/50	S	735	44 dtex
		2	44/2	PE/VIS %50/50	S	735	44 dtex
	Çözü	1	44/2	PE/VIS %50/50	S	735	44 dtex
		1	44/2	PE/VIS % 50/50	S	735	44 dtex
N3	Atkı	1	36/2	PE/VIS % 67/33	S	700	44 dtex
	Çözü	1	36/2	PE/VIS % 67/33	S	700	44 dtex
N4	Atkı	1	28/2	PE/VIS % 67/33	S	570	78 dtex
	Çözü	1	28/2	PE/VIS % 67/33	S	570	78 dtex
N5	Atkı	1	28/2	PE/VIS % 67/33	S	570	78 dtex
	Çözü	1	28/2	PE/VIS % 67/33	S	570	78 dtex
N6	Atkı	1	14/1 Corsman	Karde %100	Z	600	78 dtex
	Çözü	1	28/2	VIS % 100	S	570	78 dtex
N7	Atkı	1	Ne 14	Keten %100	Z	600	-
	Çözü	1	40/2	PE/VIS % 50/50	S	800	-
N8	Atkı	1	30/1	Super penye %100	Z	800	-
	Çözü	1	40/1	Penye %100	Z	800	-
N9	Atkı	1	14/1 Corsman	Karde %100	Z	600	78 dtex
	Çözü	1	30/1 Super penye	Penye %100	Z	800	-
N10	Atkı	1	30/1 Corsman	Karde %100	Z	600	78 dtex
	Çözü	1	40/1 Super penye	Penye %100	Z	800	-

Detaylı ürün bilgisinin verildiği numunelerin işletmede geçirdiği prosesler değişkendir. Çizelge 3.4. her numune için iş akışını toplu olarak göstermektedir. + işareti numunenin o prosese girdiğini gösterir.

Çizelge 3.4. Seçilen Boya Terbiye İşletmesinde Seçilen Numuneler İçin İş Akışı

Prosesler		Numuneler									
		Elyaf Boyalı					Tops Boyalı				
Proses No	Proses Adı	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
1	PARTİ HAZIRLAMA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	YAKMA	+	+	+		+	+	+	+	+	+
3	HAŞIL SÖKME						+		+	+	+
4	YIKAMA	+	+	+	+	+		+			
5	GERME G1-G2-G3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	KALANDIR								+		
7	KASAR						+	+	+	+	+
8	MERSERİZE								+	+	+
9	SANFOR							+	+	+	+
10	JET BOYAMA										
11	PAD-DRY						+				
12	PAD BATCH FULARI							+	+	+	+
13	LİSA FIRÇA-ZIMPARA										
14	AİROBİN							+			
15	SUPER FINISH							+		+	
16	KADE										
17	STABİLO				+		+				
18	TURBANG										
19	ŞARDON				+						
20	MAKAS				+						
21	YAŞ FIRÇA										
22	KESME MAKİNASI										
23	KALİTE KONTROL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

3.2. Metod

Çalışmada üretim planlama ve kontrol (ÜPK) için modern yönetim teknikleri kullanılacaktır. Üretim planlamasının amacı, üretim için gerekli olan hammadde, makine, işgücü gibi kaynakların doğru zamanda, doğru yerde ve yeterli miktarda kullanılmasını sağlamak ve böylece verimliliği en yüksek seviyeye çıkarmaktır. Üretimde en yüksek verimlilik ise ürünün zamanında ve istenen kalitede en ucuz şekilde üretimi ile mümkündür. İşletme tekniklerinin en önemlilerinden olan üretim planlamasında optimizasyon tekniklerinden faydalanılır

Tekstil Boya Terbiye işletmesinde üretim planlama problemlerine en uygun teknik doğrusal programlama tekniğidir. Üretim planlama problemi doğrusal denklemlerle ifade edilebilmektedir. Bu denklemlere işletmenin kaynakları yansıtılır. Problemin matematiksel modeli oluşturulur. Model, optimizasyon tekniği olan doğrusal programlama ile çözülür.

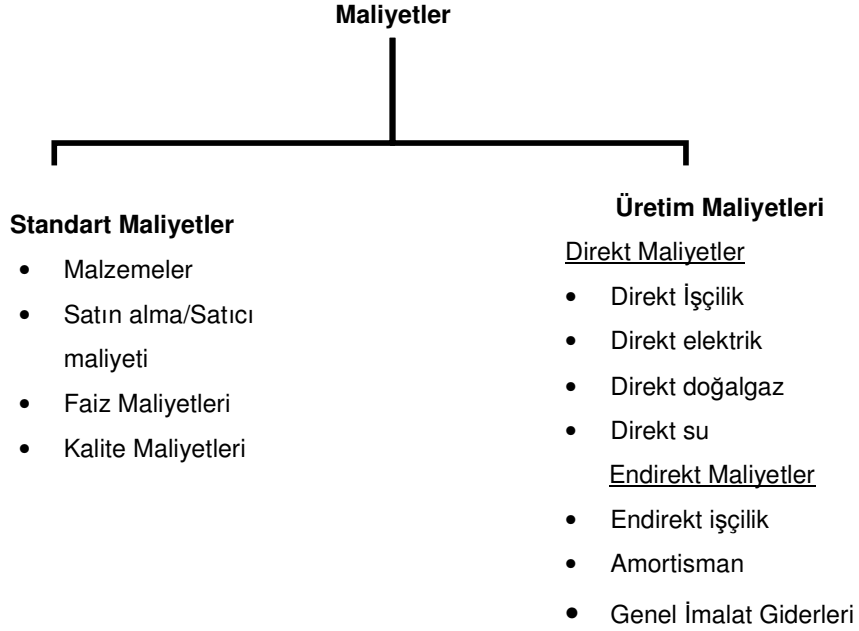
3.2.1. Doğrusal Programlama Tekniği

Birçok işletme problemlerinin çözümünde yöneylem araştırması tekniklerinden biri olan Doğrusal (lineer) programlama tekniği kullanılmaktadır. Doğrusal programlama, belirli bir amacın gerçekleşme derecesini etkileyen bazı sınırlayıcı koşulların bulunması, bunların doğrusal eşitlik veya eşitsizlik halinde verilmesiyle, amaca en iyi şekilde ulaşmak için, kısıtlı kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını sağlayan bir matematik yöntemidir (Öztürk,2005).

Problemin hacmi, değişken ve denklem sayısının çokluğundan dolayı bilgisayarla çözüme daha uygundur. Bilimsel çalışmalarda doğruluğu test edilmiş Simplex yöntemine göre doğrusal problemleri çözebilen LINGO 11.0 paket programı tez çalışmasında kullanılmıştır.

Üretim planlama için tez çalışmasında geliştirilen modelde en önemli girdilerden birisi maliyet konusudur. Boya terbiye işletmesinde etkili olan maliyet unsurları standart maliyetler ve üretim maliyetleri olarak ikiye ayrılmıştır. Bu

maliyetler çalışmada seçilen her bir mamül için ayrı ayrı analiz edilmiş ve çalışmada şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Maliyet Hesapları

3.2.1.1. Standart Maliyetler

Hammadde ve Malzeme Maliyeti; Mamülün esas unsurunu teşkil eden, nerede ve ne kadar harcandığı tespit edilebilen madde ve malzemelerin maliyetidir.(Öztürk,2005)

1.numune kumaş için çizelge 3.5.'teki teknik bilgiler kullanılarak birim hammadde miktarları belirlenmiştir.

Çizelge 3.5. Numune 1'in Dokuma Kumaş Özellikleri

En (cm)	Tarak eni (cm)	m-tül ağırlığı (g/m)	m ² ağırlığı (g/m ²)	Atkı sıklığı (adet/tel)	Çözü sıklığı (adet/cm)
142	196	312,4	220	27	30

Çözü ağırlığı=[Çözü tel sayısı*1,12(lycralı kumaş için sabit sayı)]/1.693/iplik numarası

Çözü ağırlığı=(30*142*1.12)/1.693/21=134 g çözü

Atkı ağırlığı=[Atkı sıklığı*tarak eni]/1.693/iplik numarası

Atkı ağırlığı=(27*196)/1.693/21=148 g atkı

Toplam ağırlık=134+148=282 g

Ürün kompozisyonu %49 polyester,%47 viskon,%4 lycradan oluştuğuna göre

Polyester ağırlığı=0,49*282=138 g

Viskon ağırlığı=0,47*132,54 g

Lycra ağırlığı=0,04*282=11.28 g

Polyesterin kilogramı 8 TL/kg

Viskonun kilogramı 10 TL/kg

Lycranın kilogramı 15 TL/kg olarak alınır;

Polyester için =8TL/kg*0,138 kg=1,104 TL

Viskon için =10 TL/kg*0,132 kg=1,32 TL

Lycra için =15 TL/kg*0,11 kg=1,692 TL

Toplam birim maliyet=1,104+1,32+1,692=4,1 TL olarak bulunur.

Sarf maliyet ise kullanılan kimyevi maliyetlerinin talebe bölünmesiyle birim sarf maliyeti hesaplanır. 1.kumaş için özellikle apre işleminde kimyevi maddeler kullanılmıştır.

Satın Alma/Satıcı Maliyeti; Pazar araştırmaları/analizleri ile fırsatların takip edilmesi, portföydeki risk ve tehditlerin belirlenerek gerekli politikaların oluşturulması ve kaynakların tahsisi, satınalma aktivitelerinin nasıl organize olacağı, işleyeceği ve yönetileceğinin ve fırsatların üzerine nasıl gidileceğinin tanımlanmasıdır. Günümüzün rekabet koşulları, teknolojinin gelişimi, dünya pazarlarının yakınlaşması ve şirketlerin daha çok farkında olmaları ile satın alma fonksiyonunun önemi sürekli olarak artmaktadır (Bumin, Bahar ve Erol, 2000).

Faiz Maliyeti; Basit faiz ve bileşik faiz olmak üzere iki çeşit faiz vardır. Basit faiz hesaplarında faize verilen miktar sabittir. Faiz tutarı ayrıca hesaplanır. Bileşik faiz hesaplarında her dönemin faiz tutarı ana paraya eklenir ve böylece bulunan tutar yeni kapitali teşkil eder. Bileşik ve basit faiz hesaplamalarda faiz süresi 1 yıldan az olabilir. Borç alan ve veren arasındaki münasebetler ve anlaşmalar, hesaplama yöntemleri ve yasal düzenlemeler dikkate alındığında çok çeşitli faiz kavramları ortaya çıkar (kanuni faiz; temerrüd faizi; iç faiz; dış faiz; peşin faiz; vb). Bankalarda alacaklı ve borçlu cari hesaplara Hamburg metodu, direkt metod veya endirekt metod denilen hesaplama yöntemleri ile faiz verilir. (Bumin, Bahar ve Erol, 2000).

Kalite Maliyetleri; Kalite maliyetleri meydana gelebilecek hataları önlemek amacıyla yürütülen faaliyetlerin planlı kalite muayenelerinin ve mamülün üretim aşamalarında veya müşteriye tesliminden sonra görülen hataların sonucunda ortaya çıkan maliyetlerdir. Kalite maliyetleri üçe ayrılmaktadır: bunlar sırasıyla önleme amaçlı maliyetler, değerlendirme maliyetleri ve dahili harici hata maliyetleridir.

Kalite maliyet analizlerine makro ve mikro düzeylerde bakmak mümkündür. Genelde iyi bir kalite-maliyet analizi için iyi bir kalite-bileşim sistemi ve maliyet muhasebesine ihtiyaç vardır. Kalite- maliyet sistemi, kurum bünyesinde mevcut bulunan muhasebe sisteminden en iyi yararlanabilecek biçimde tasarlanmalıdır. (Bumin, Bahar ve Erol, 2000).

3.2.1.2. Üretim Maliyetleri

Direkt İşçilik-Endirekt İşçilik; Ürün maliyetine giren direk işçiliklerin katsayısının hesaplanmasında izlenecek yol üretimde direkt çalışan işçilerin ücretlerine; izin, sosyal haklar, kıdem tazminatından pay vb. Giderlerin giydirilerek bulunan toplamlarından sayısal toplama oranlanarak bulunan ortalama dır. Direkt İşçilik Giderleri hesaplanmasında aşağıdaki adımlar uygulanır;

1. Önce Birim başına gerekli Direkt İşçilik Saatleri(DİS) bulunur.
2. Bulunan DİS ile üretim miktarları çarpılır.
3. Elde edilen DİS ortalama direkt işçilik ücretiyle çarpılır.
4. Tüm bu işlemlerden sonra direkt işçilik giderleri tespit edilir. (Aslan,1985)

Birim başına Direkt İşçilik Saatlerinin tespit edilmesi için iş ve zaman etüdlerinin yapılması gerekmektedir. Direkt işçilik giderleri bütçesinde gösterilmesi gereken diğer giderler de aşağıda gösterilmiştir;

- SSK İşveren Primi,(%19,5 +%2 işsizlik işveren hissesi)
- Tasarruf Teşvik Fonu İşveren Payı
- Yakacak Yardımı
- SSK Primi
- Fazla mesailer
- İzin ücretleri
- Giyim maliyetleri
- Doğum-ölüm-evlendirme yardımı
- Eğitim maliyetleri
- Tedavi maliyetleri
- Personel taşıma maliyetleri
- İkramiye ve İhbar tazminatı ve kıdem tazminatı primler(Aslan,1985)

Örneğin 1.kumaş için değerlendirme yapılırsa;

Bu kumaşın talebi 100.000 m, birim metre üretim yapabilmek için (reproses ve verim göz ardı edilerek) 0,28 dk gerekmektedir. Aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır;

1.kumaş için tüm işlemler Proses_{n1} olarak değerlendirilirse

Her bir kumaş için $\sum P_i = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$

Her bir birim kumaşın üretilmesi için gereken birim süre;

$\sum T_{ij} = T_{11} + T_{12} + T_{13} + T_{14} + T_{15} + T_{16} + T_{17} + T_{18}$ şeklinde hesaplanır.

1.kumaş için $T_{1j} = 1/P_i$

Parti hazırlama işlemi 50 m/dk ile yapılmaktadır. Dolayısıyla birim üretim için $T_{11} = 1/Op_1 = 1/50 = 0,02$ dk/m

Yakma işlemi için 120 m/dk olduğundan $T_{12} = 1/Op_2$ olduğundan $1/120 = 0,00833$ dk/m

Yıkama işlemi 45 m/dk olduğundan $T_{13} = 1/Op_3$ ise $1/45 = 0,0222$ dk /m

Kur-fikse 20 m/dk olduğundan $T_{14} = 1/Op_4$ ise $1/20 = 0,05$ dk/m

Apren işlemi 25 m/dk'dan $T_{15} = 1/Op_5$ ise $1/25 = 0,04$ dk/m

Apren sonu yıkama 45 m/dk olduğundan $T_{16} = 1/Op_6$ ise $1/45 = 0,0222$ dk/m

Kurutma işlemi 30 m/dk olduğundan $T_{17} = 1/Op_7$ ise $1/30 = 0,0333$ dk/m

Katlama işlemi 12 m/dk olduğundan $T_{18} = 1/Op_8$ ise $1/12 = 0,083$ dk /m gerekmektedir.

$\sum T_{18} = 0,02 + 0,00833 + 0,0222 + 0,05 + 0,04 + 0,0222 + 0,0333 + 0,083 = 0,27873$

1.kumaşın birim üretimi için toplam 0,27873 dk/m'ye ihtiyaç vardır.

Talebi karşılayabilmek için gereken süre talep miktarı (D_i) ile birim kumaşın üretimi için gereken sürenin çarpımıdır.

$TD = D_i * T_{ij}$

100.000 m sipariş için $100000 * 0,28 = 28000$ dk

1 işçinin çalışma süresi S olarak gösterilirse $S = 7,5$ saat/gün * 26gün * 60 dk/saat

1 işçi 1 ayda (günde 7,5 saat * 26 gün) 195 saat yani 11700 dk çalışmaktadır.

Talebi karşılamak için gereken işçi sayısı M ;

$M = TD/S$

Yani 28000dk 'lık üretim süresi için $28000/11700 = 2,3$ işçi gereklidir. .

Direkt maliyet buradan DMC olarak değerlendirilirse

$DMC = maaş * M$

1 işçi 1 ayda brüt 729 TL alıyorsa $729 * 2,3$ işçi = 1744 TL alır.

Birim DMC ise DMC_1 diye ifade edilirse

$$DMC_1 = DMC / D_i$$

1744/100000=0,09 direkt işçilik birim maliyetidir. (Çizelge 3.16'da gösterilmiştir.)

Endirekt işçilik maliyeti; Endirekt işçilik maliyeti genel olarak üst düzey çalışanları kapsamaktadır.

$$S = 8\text{saat/gün} * 24\text{gün} * 60 \text{ dk/saat}$$

$$1 \text{ günde } 8 \text{ saat çalışmakta} * 24 \text{ gün} = 11520 \text{ dakika}$$

Yine birim üretim için gerekli süre 28000 dk alınırsa gereken endirekt işçi sayısı

$$M = TD / S$$

$$28000 / 11520 = 2,43 \text{ yuvarlayıp } 3 \text{ işçi denirse;}$$

$$EMC = \text{maaş} * M$$

$$\text{Ortalama ücreti de } 3000 \text{ TL üzerinden } 3000 * 3 = 9000 \text{ TL}$$

$$EMC_1 = EMC / D_i$$

100.000 m üretim için 9000 TL ise 9000/100000=0,09 bulunur. (Çizelge 3.17'de gösterilmiştir.)

Enerji Değişim Maliyeti; Enerji değişim maliyeti hesaplamalarında önce işletmedeki enerji çeken tüm makina ve cihazların enerji güçleri listelenir. Makinalardaki rezistansların güçleri kendi tablosuna yazılır ve aydınlatma, kırıncılar, vinçler, taşıyıcılar, ısıtıcılar, soğutucular gibi işletmede üretimde ortak kullanılan makina ve cihazların çektikleri enerjinin, işletmedeki makina güçlerine paylaştırılmasıyla her makina için maliyet hesabına esas olacak toplam Kw değeri bulunur. Enerji dağıtımının hesaplanmasında izlenecek yol ise: Faturalamaya esas olacak ay için başlangıç ve bitiş tarihlerinde sayaç endekslerini de kaydederek dönem içinde makina duruş raporları izlenir. Burada amaç; sayaç değerlerine göre faturadaki toplam tüketimde işletmenin fiili çalışma saatini saptamak ve buradan bir katsayı bulmaktır. Çünkü bilinmektedir ki fatura dönemindeki tüketim, çalışan makinaların enerji tüketimlerinden elde edilmektedir ve hiçbir zaman üzerindeki kw değerlerinin çalışma saatleri ile çarpımı kadar olmayacaktır. Rölantide çalışmalar, tam yükte çalışmalar, demoraj da çalışmalar zaman içine belirsiz ve gelişigüzel dağılırlar. Bu nedenle bir aylık süredeki duruşları düşüktükten sonraki enerji tüketimiyle işletmenin

fiili çalışmasına göre ortalama tüketilen enerji Kwh'i saptanmış olur (Aslan,1985).Örneğin 1.kumaş için hesaplanacak olursa toplamda duruşlarla birlikte 33152,5 dakikaya ihtiyaç vardı. Bu da 552,54 saat yapar. Ayrıca 1.kumaşı üretebilmek için tüm makinelerden geçen işlemlerle 58 kw enerji harcanmıştır.1 kwh = 0,28 TL olduğundan $(552,54 \times 58 \text{ kw(ort enj)}) \times 0,28 \text{ TL} / 100000 \text{ m} = 0,09 \text{ TL}$ birim direkt elektrik maliyetini oluşturur.

Genel Üretim Giderleri Maliyeti; Endirekt işçilikler, tamir bakım, yardımcı madde, işletme malzemesi üretimin yapıldığı binanın, teçhizatın, makine parkının sigorta primleri, amortisman payları, hammadde nakliyesi, çeşitli vergi resim harçlar kira v.b. giderlerden bulunan toplam üretim zamanının saniye cinsinden değerine oranlanması ile kat sayısı bulunmuş olur (Öztürk , 2007).

İncelenen ay için tüm genel gider masrafları hesaplanır ve seçilen numunenin üretimin % kaçını oluşturduğu belirlenir. Örneğin 1.numune; seçilen aydaki üretimin %6'sini oluşturmaktaydı. Genel imalat giderleri 300.000 TL olup bunun % 6'sı 18000 TL yapmaktadır. Talep de 100.000 m olduğundan $18000 / 100000 = 0,18 \text{ TL}$ olarak bulunur.

Satış Giderleri Maliyeti; Üretilen ürün içindeki işletmede yapılan giderlerden sonra bunun satışı ile ilgili giderleri de ayrı hesaplanır. Böylece ürün üzerinde satış giderlerinin boyutu da görülmüş olacaktır. Adından da anlaşıldığı gibi satış için yapılan giderler toplamı (Depo, mağaza, dükkan kirası, satış personel giderleri, nakliye gümrük vergi ve sigorta gibi) ürün satılırken taşıma masraflarında ağırlık baz alındığından bu defa üretilen toplam miktarın ağırlığına oranlanarak bulunur. Bulunan katsayıların yüzde yüz verim kabulüne göre bulunduğunu, program üretim zamanı görülmektedir Oysa amaç fiili yani gerçek standart maliyetlere ulaşmak olduğuna göre; hammadde dağıtım katsayısında fire oranını, direkt işçilik dağıtım katsayısında İşçi verimini, genel üretim gider dağıtım katsayısı hesabına da işletmenin ortalama verimini hesaba dahil etmek gerekir. Böylece verimlerde hesaplamaya dahil edilmiş ve daha doğru verilere ulaşılmış olacaktır (Aslan,1985).

Birikmiş Amortismanlar Hesabı; Maddi duran varlık bedellerinin, kullanılabilecekleri süre içerisinde hesaben yok edilebilmesini sağlamak amacıyla kullanılan hesaptır. Pasif karakterli bir hesaptır. Ayrılan amortismanlar ilgili gider

hesapları karşılığında bu hesaba alacak kaydedilir, satılan, devredilen, kullanma yeteneğini kaybedenler ise birikmiş amortismanlar hesabına borç kaydedilir, ilgili varlık hesabına da alacak kaydedilir(Öztürk M,2007).

Amortisman Tutarının Hesaplanması; En çok kullanılan amortisman yöntemleri: normal amortisman yöntemi ve azalan bakiyeler yöntemidir. Normal amortisman yöntemi; Eşit tutarlı amortisman yöntemi olarak ifade edilmektedir. Bu yöntemle göre amortisman tutarı maddi duran varlığın tutarına sabit bir amortisman oranı uygulanır veya tutarın ekonomik ömüree bulunmasıyla hesaplanabilir. Örneğin 1. kumaşımız için ilgili proseslerden geçen makinelerin ekonomik ömrü 5 yıldır. Amortisman hesaplaması;

Amortisman oranı: 1 / Ekonomik Ömür

$1 / 5 = 0,20$ yani % 20 dir.

170000 TL(1 nolu kumaşı üretebilmek için kullanılan makinelerin fiyatı) x % 20 Oyıllık amortisman tutarı/100.000 m üretim=0,34 olarak bulunmuştur. Numunelere ait prosesler ve gerçekleşme süreleri ekler halinde sunulmuştur.

Bahsedilen maliyet unsurları ve seçilen numune kumaşlar için yapılan hesaplamada çizelge 3.6. ve çizelge 3.7.'de verilmiştir. Tüm veriler bir aylıktır.

Çizelge 3.6 Elyaf Boyalı Kumaşlarda Birim Maliyet(TL/m)

Maliyet Unsuru			Numune 1	Numune 2	Numune 3	Numune 4	Numune 5
Standart Maliyetler	Malzeme	Hammadde Maliyeti	4,10	5,01	4,35	6,03	4,63
		Sarf (boya- kimyevi) Maliyetler	0,03	0,16	0,03	0,29	0,05
		Toplam	4,13	5,17	4,38	6,32	4,68
Üretim Maliyetleri	Doğrudan	Direkt işçilik	0,09	0,08	0,08	0,24	0,05
		Direkt elektrik	0,09	0,08	0,06	0,10	0,04
		Direkt doğalgaz	0,37	0,32	0,22	0,20	0,12
	Dolaylı	Endirekt işçilik	0,09	0,08	0,07	0,18	0,05
		Amortisman	0,34	0,29	0,06	0,21	0,15
		Genel imalat giderleri	0,14	0,11	0,09	0,16	0,06
		Toplam	1,16	0,96	0,77	1,09	0,47
		Genel Toplam	5,29	6,13	5,15	7,41	5,15

Çizelge 3.7.Tops Boyalı Kumaşlarda Birim Maliyet(TL/m)

Maliyet Unsuru			Numune 6	Numune 7	Numune 8	Numune 9	Numune 10
Standart Maliyetler	Malzeme	Hammadde Maliyeti	4,94	1,75	2,64	0,65	2,80
		Sarf (boya- kimyevi) Maliyetler	0,19	0,25	0,08	0,07	0,15
		Toplam	5,13	2,0	2,73	0,72	2,95
Üretim Maliyetleri	Doğrudan Dolaylı	Direkt işçilik	0,18	0,15	0,11	0,13	0,09
		Direkt elektrik	0,14	0,08	0,08	0,07	0,06
		Direkt doğalgaz	0,64	0,25	0,46	0,48	0,43
	Dolaylı	Endirekt işçilik	0,18	0,12	0,11	0,12	0,08
		Amortisman	0,46	0,21	0,22	0,17	0,15
		Genel imalat giderleri	0,18	0,10	0,09	0,07	0,07
			Toplam	1,78	0,91	1,07	1,03
		Genel Toplam	6,91	2,91	3,79	1,74	3,85

Çizelge 3.6. ve 3.7. incelendiğinde genel olarak elyaf boyalı kumaş üretiminin tops boyalı kumaş üretiminden çok daha fazla olduğu görülmektedir. Çünkü tops boyalı kumaş üretim prosesleri elyaf boyalı kumaş üretim proseslerinden daha fazla ve reproses(işlemin geri yapılma durumu) oranları çok daha büyüktür. Maliyetler kendi arasında incelendiğinde ise en fazla maliyetin hammadde maliyetleri olduğu görülmektedir.

Boya terbiye işletmesinde her proses ve her numune için çalışma süreleri talep dikkate alınarak bulunmuştur. Prosesin çalışma verimi de tespit edilmiştir. Talebin karşılanması için gerekli proses süresi gün bazında hesaplanabilmektedir. Tüm bu veriler çizelge 3.8. 'de görülmektedir. Her numuneye ait proses akışı, talep ve süreler Ek-1'de verilmiştir. Burada talep miktarı sabit alınmıştır.

Boya-Terbiye işletmesinde Prosesler, Çalışma Süreleri ve Operatör İhtiyaçları

Çizelge 3.8. Makinaların Doluluk Oranları

Proses No	Proses Adı	Verim	Çalışma Süresi (gün)	Operatör İhtiyaçları(adam)
1	PARTİ HAZIRLAMA	%70	31,2	2
2	YAKMA	%55	16,15	1
3	HAŞIL SÖKME	%55	13,2	1
4	YIKAMA	%70	19,4	2
5	GERME G1-G2-G3	%85	121,3	2
6	KALANDIR	%80	8,7	1
7	KASAR	%65	39,65	2
8	MERSERİZE	%65	18,5	1
9	SANFOR	%85	11,9	1
11	PAD-DRY	%45	11,93	2
12	PAD BATCH FULARI	%40	37,12	2
14	AİROBİN	%75	9,35	1
15	SUPER FINISH	%75	9,31	1
17	STABİLO	%75	10,2	1
19	ŞARDON	%75	35,06	1
20	MAKAS	%75	43,3	1
23	KALİTE KONTROL	%100	92,11	1

Modeli kurarken ilk aşama seçilen numunelerin birim satış fiyatlarıyla optimum üretim miktarlarının çarpımından(yani ciro) maliyetlerinin teker teker çıkarılmasıdır. Böylece kara ulaşılacaktır. Numuneler için tespit edilen satış fiyatları çizelge 3.9.'da verilmiştir.

Hazırlık maliyeti direkt doğalgaz, direkt elektrik ve de genel imalat giderlerinin toplamı olarak düşünülmüş modeli kurarken her bir maliyet ayrı olarak gösterilmiştir. Tüm maliyetlerin işletme içinde üretilmesi halinde bulunma şekli yukarda konu olarak anlatılmıştır.

Çizelge 3.9.Numunelerin Birim Satış Fiyatları

Numune Kodu	Birim Satış Fiyatı (TL/m)
N1	6.60
N2	8.00
N3	7.00
N4	9.20
N5	6.20
N6	9.00
N7	4.6.
N8	8.00
N9	6.80
N10	5.20

Seçilen Boya terbiye işletmesindeki proseslere ait hesaplanmış fason üretim maliyetleri Çizelge 3.10.'da verilmiştir. Fason üretimin yapılması halinde bu prosese giren numune için bu maliyet unsuru kullanılacaktır. Bu çalışmada, her numunenin üretim akışı belirli olduğundan numune bazında fason üretim maliyeti de hesaplanmış çizelge 3.11.'de verilmiştir.

Çizelge 3.10.Numunelerin Birim Fason Üretim Maliyetleri

Prosesler		Birim Fason Maliyetleri(TL/m)
ProsesNo	Proses Adı	
1	PARTİ HAZIRLAMA	3.00
2	YAKMA	5.00
3	HAŞIL SÖKME	6.00
4	YIKAMA	7.00
5	GERME G1-G2-G3	7.00 (kurutma)-10.00 (apre)
6	KALANDIR	2.00
7	KASAR	7.00
8	MERSERİZE	7.00
9	SANFOR	3.00
10	JET BOYAMA	10.00
11	PAD-DRY	10.00
12	PAD BATCH FULARI	10.00
13	LİSA FIRÇA-ZIMPARA	3.00
14	AİROBİN	3.00
15	SUPER FINISH	2.00
16	KADE	2.00
17	STABİLO	2.00
18	TURBANG	5.00
19	ŞARDON	7.00
20	MAKAS	5.00
21	YAŞ FIRÇA	5.00
22	KESME MAKİNASI	8.00
23	KALİTE KONTROL	2.00

Her bir prosesin fason maliyeti hesaplanmıştır.

Örneğin 1.kumaş için fason üretim maliyeti hesaplanabilir. Çizelge 3.10.'dan faydalanılarak yapılan hesap aşağıdaki gibidir;

Parti hazırlama.....3 TL/m * 100.000 m=300.000 TL

Yakma.....5 TL/m * 100.000 m=500.000 TL

Yıkama.....7 TL/m * 100.000 m=700.000 TL

Kurutma-fikse.....7 TL/m * 100.000 m=700.000 TL

Apri.....10 TL/m * 100.000 m=1000.000 TL

Apri sonu yıkama.....7 TL/m * 100.000 m=700.000 TL

Kurutma.....7 TL/m * 100.000 m=700.000 TL

Katlama.....2 TL/m * 100.000 m=200.000 TL

Toplam 4800.00 TL ancak birim üretim için hesaplanırsa (talep 100.000)

$4800.000/100.00=4,8$ TL olur.

Çizelge 3.11.Numunelerin Birim Fason Üretim Maliyetleri

Numunelerin Birim Fason Üretim Maliyetleri (TL/m)	
1	4,8
2	3,4
3	3,4
4	4,8
5	3,4
6	6,4
7	3,7
8	5,1
9	4,4
10	4,4

Hammadde kısıtları hesaplanırken ürün kompozisyonları çizelgesinden yararlanılmıştır. Stoktaki hammadde miktarı önemli bir üretim kısıtıdır. Burada verilen miktar üretim miktarından fazla olamaz. Seçilen işletmede hammadde stoğu şu şekildedir;

Polyester 500 kg

Viskon 275 kg

Elastan 42 kg

Çizelge 3.12 ise makinelerin aylık en fazla çalışma kapasitelerinin göstermektedir.

Örneğin parti hazırlama makinesi 50 m/dk ile çalışmaktadır.

Ancak reproses ve verim de dahil edildiğinde ortalama çalışma süresi 35 m/dk olmaktadır. Makine hiç durmadan 1 günde 22,5 saat çalışmaktadır.(1 saat =60 dk, 1 ay =30 gün)

$35\text{m/dk} \times 22,5\text{sa/gün} \times 60\text{ dk/1h} \times 30\text{ gün/1 ay} = 1417500\text{ m/ay}$ şeklinde hesaplanacağından bu numuneler için toplam parti hazırlama makinesinin kullanımı bu süreyi geçemez.

Modelde işgücü kısıtı olarak eklenmesi gereken önemli bir faktör de incelenen Boya Terbiye işletmesinin vardiya başına 50 operatörden oluştuğu ve 1 günde 3 vardiyadan oluştuğu için normal mesai operatör sayısının $3 \times 50 = 150$ adam kısıtından fazla olamayacağıdır. ($W_i < 150$)

Çizelge 3.12. Makinelerin Maksimum Çalışma Kapasiteleri

Proses Adı	Makine hızı(m/d)	Verim (%)	Reproses Oranı (%)	Makinelerin Maksimum Çalışma Kapasiteleri(m/ay)
Parti hazırlama	50	70	0	1.417.500
Yakma	120	55	1	2.646.270
Yıkama	45	70	5	1.211.970
Haşıl sökme	50	65	3	2.646.270
Germe	30	95	5	1.096.530
Kalandır	20	95	5	641.520
Kasar	20	65	3	510.720
Merserize	35	65	1	912.180
Sanfor	50	85	5	1.635.180
Pad-dry	20	45	3	810.000
Pad-batch	30	45	3	1.215.000
Airobin	10	75	1	405.000
Superfinish	25	75	1	751.770
Stabilo	25	70	10	1.012.500
Şardon	10	80	1	8.748.000
Makas	7,5	90	5	303.750
Kalite kontrol masası	12	100	1	481.140

Üretim siparişi dikkate alındığında üretilcek mamülün stoklu olup olmadığı önemli bir planlama unsurudur. Bu unsurun matematiksel modele eklenmesi gerekir. Bu çalışmada işletmedeki stok politikası araştırılmış özellikle önemli ve sürekliliği olan müşterilerin talep ettikleri mamüllerin stokta bir miktar hazır tutulduğu tespit edilmiştir. Çalışma konusu numuneler için Çizelge 3.13.'de verilmiştir

Çizelge 3.13.Numunelerin Başlangıç ve Bitiş Stokları

Numune Kodu	Başlangıç Stoğu (m)	Bitiş Stoğu (m)
N1	0	0
N2	10000	5000
N3	5000	3000
N4	0	0
N5	0	0
N6	0	0
N7	0	0
N8	0	0
N9	0	0
N10	0	0

Amaç fonksiyonu; maliyeti minimize veya karı maksimize etmeyi hedef alır. Kısıtlar ise; Üretim miktarı kısıtı(talep kısıtı), Hammadde kısıtı, Makinelerin çalışma kapasitesi kısıtı, İşgücü kısıtı ve Üretimin kontrolü kısıtı şeklindedir. Modeli kurarken ilk aşama; seçilen numunelerin birim satış fiyatlarıyla optimum üretim miktarlarının çarpımından (yani ciro) maliyetlerinin teker teker çıkarılmasıdır. Böylece kara ulaşılabacaktır. Kullanılacak amaç fonksiyonu ve kısıtların formülü şekil 3.2.'de sunulmuştur.

Çalışmada kullanılan işletmeden alınan ve aşağıda detaylı olarak formülarize edilen matematiksel model Ek-2'de gösterilmiştir.

Amaç Fonksiyonu

$$MaxZ = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T S_{it} X_{it} - \left[\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (\theta_{it} X_{it} + \delta_{it} I_{it}^+ + \gamma_{it} I_{it}^-) + \right. \\ \left. \sum_{t=1}^T (\varepsilon_t W_t + \psi_t O_t + \beta_t H_t + \alpha_t F_t) + \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T E_{it} Y_{it} - \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T FF_{it} P_{it} \right]$$

Kısıtlar

$$P_{it} + X_{it} + I_{i,t-1}^+ - I_{i,t-1}^- - I_{it}^+ + I_{it}^- = D_{it} \quad \begin{cases} i=1...n \\ t=1...T \end{cases}$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T r_{kit} X_{it} \leq RI_k \quad \forall_k \quad (k=1...K)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T Z_{jkt} X_{it} \leq \lambda_j \quad \forall_j \quad (j=1...m)$$

$$\sum_{j=1}^n Q_j X_{jt} - A_{jt} = 0 \quad \begin{matrix} j = 1 \dots m \\ t = 1 \dots T \end{matrix}$$

$$\sum_{i=1}^n P_i X_{it} - W_t - O_t = 0$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$

$$-uW_t + O_t \leq 0$$

$$W_0 = a$$

$$I_{i0}^- = b$$

$$I_{i0}^+ = c$$

$$I_{i,T+1}^+ = d$$

$$\frac{X_{it}}{M} - Y_{it} \leq 0 \quad \begin{cases} i = 1 \dots n \\ t = 1 \dots T \end{cases}$$

$M : \text{çok büyük birsayı}$

$$Y_{it} = \begin{cases} 1 & X_{it} > 0 \\ 0 & \text{aksi halde} \end{cases}$$

$$X_{it}, I_{it}^+, I_{it}^-, W_t, O_t, H_t, F_t, Y_{it}, P_{it} \geq 0$$

Şekil 3.2. Doğrusal Programlama Modeli Formülü (Sabır,2000)

3.2.2. Değişken Talep Tahmini

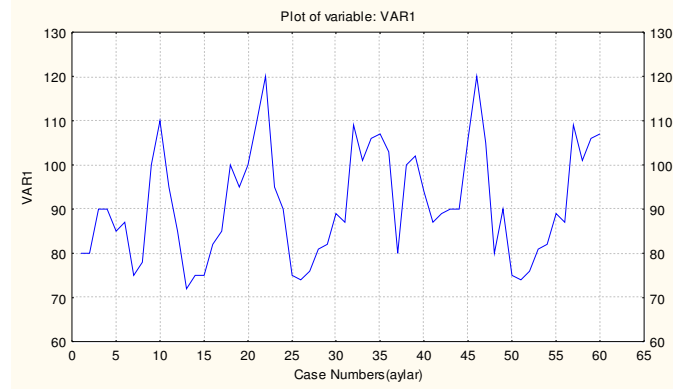
Tekstil işletmelerinde talebin sabit olmayıp değişken olduğu daha doğru bir yaklaşımdır. Talebin hangi faktörlere bağlı olduğu, hangi değişkenden ne kadar etkilendiği zaman serileri analizi metodu kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla STATISTICA adlı paket programından yararlanılmıştır. 10 numuneye ait tahminler yapılarak en doğru tahmin modeli ve oluşturulan histogramlar yardımıyla taleplerin hangi dağılıma uyduğu belirlenmiştir. Simülasyon yaklaşımıyla değişken talep altında boya terbiye işletmesinde seçilen kumaş türüne göre zaman ve maliyetler hesaplanabilmektedir.

3.2.2.1. Numune 1 için Talep Tahmin Metodu

İncelenen numune için önceki veriler değerlendirilerek çizelge 3.14 oluşturulmuştur. 2004-2008 yılları arasındaki aylık kumaş talep değişim grafiği ise şekil 3.3.'de verilmiştir.

Çizelge 3.14.Numune 1'e Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri

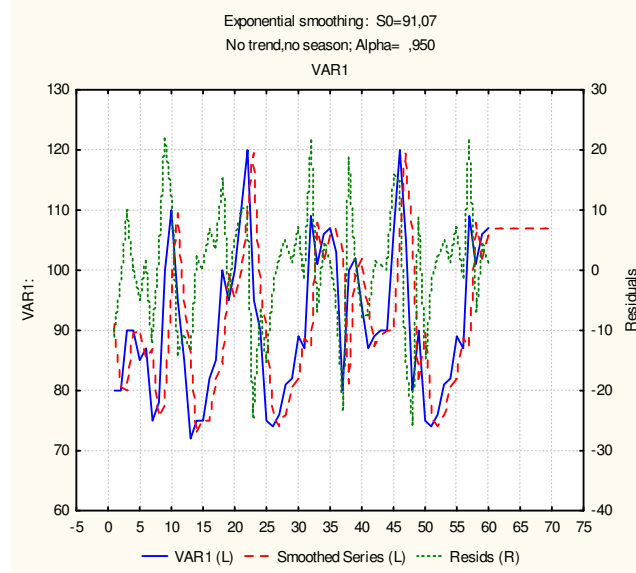
SATIŞLAR	YIL	2004	2005	2006	2007	2008
AY						
Ocak		80	72	75	85	80
Şubat		80	75	74	75	100
Mart		90	75	76	75	102
Nisan		90	82	81	58	94
Mayıs		85	85	82	100	87
Haziran		87	100	89	100	89
Temmuz		75	95	87	55	90
Ağustos		78	100	109	75	90
Eylül		100	110	101	90	106
Ekim		110	120	106	90	120
Kasım		95	95	107	65	105
Aralık		85	90	103	80	80



Şekil 3.3.2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafiği

Talep tahmini yapabilmek için geçmiş verilerin analizi değerlendirilmektedir. Zaman serileri yaklaşımı kullanılarak oluşturulan tüm grafiklerde yatay eksen 2004-2008 yılları arasındaki taleplere karşılık gelen ayları, düşey eksen ise bu aylardaki talepleri göstermektedir. Grafikte lineer bir artış söz konusudur. Dolayısıyla linear trendin varlığından bahsedilir. Ayrıca modele bakıldığında yaklaşık 1 yıllık süreçlerde mevsimsel etkilerin varlığı da gözükmemektedir. 6 aylık süreçlerde talep artışı, sonraki 6 aylık süreçte ise talepte birden bire azalma etkisi bu kararı verilmesinde etkili olmaktadır. Dolayısıyla burada trendin ve mevsimsel etkinin aynı anda uygulandığı Tam Winter's Modeli uygundur.

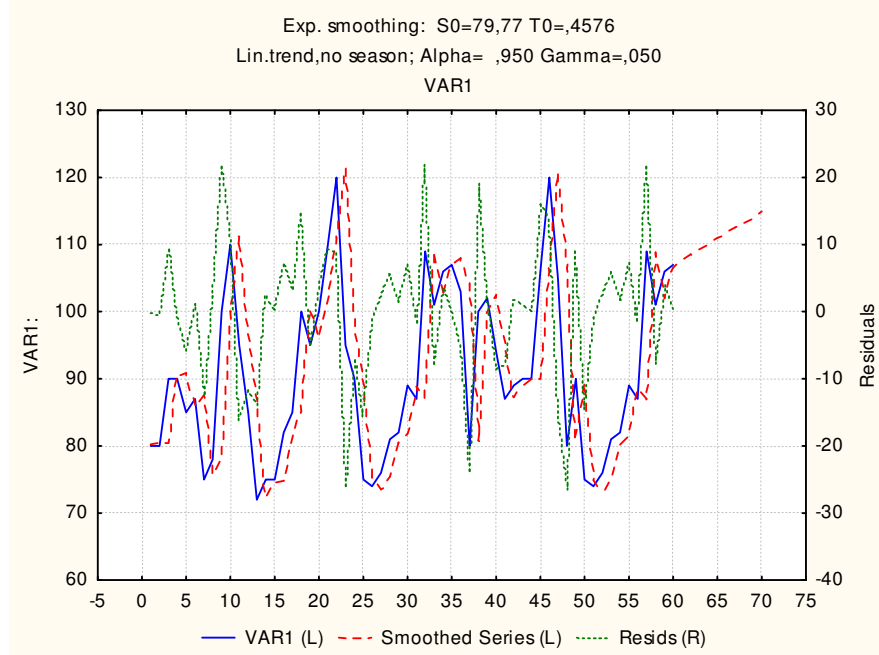
Basit Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği şekil 3.4.'de verilmiştir.



Şekil 3.4. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları

Grafiklerde VAR: gerçek satış değerlerini, Smoothed series tahminleri, Resids ise hata terimlerini göstermektedir. Grafiğe bakıldığında satış değerleriyle tahmin değerlerinin tam olarak çakışmadığı görülmektedir. Bu çakışmama modelin tepkileri bir adım geriden izlediğini göstermektedir. Çakışmama çok büyük olmamakla beraber kabul edilebilir düzeyde de değildir. Ayrıca hata değerleri de olması gerekenden çok farklı çıkmıştır. Bu veriler için bu modelin yeterli olmadığı görülmektedir. Bunun nedenini mevsimsel dalgalanmalı göz önüne alınmamış olması şeklinde ifade edilebilir.

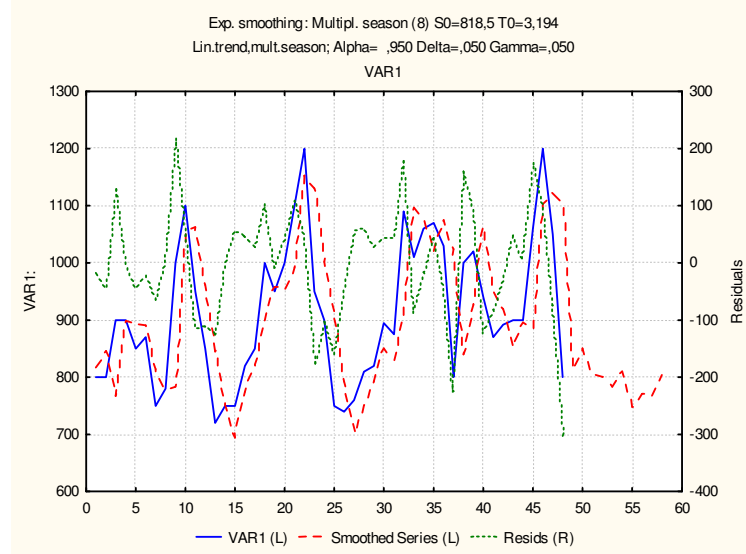
Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği şekil 3.5.'te verilmiştir.



Şekil 3.5.Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler

Gerçek satış değerleri ile tahmin değerleri çakışmamaktadır. Geçmiş yıllara göre büyük değişiklik görülmektedir. Ayrıca trend düzeltmeli üstel düzeltme yöntemiyle de çakışmama olmaması gösteriyor ki ana etken mevsimselliktir. Yani mevsimsellik dikkate alınmadığı sürece doğruya ulaşamayacaktır. Yeni modelde trendlerin dikkate alınmasından dolayı basit üstel düzeltme yöntemine göre daha iyi bir durum söz konusudur.

Tam Winters Modeli'nin yeterliliği ve ilgili tahminler şekil 3.6.'da sunulmuştur.



Şekil 3.6. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler

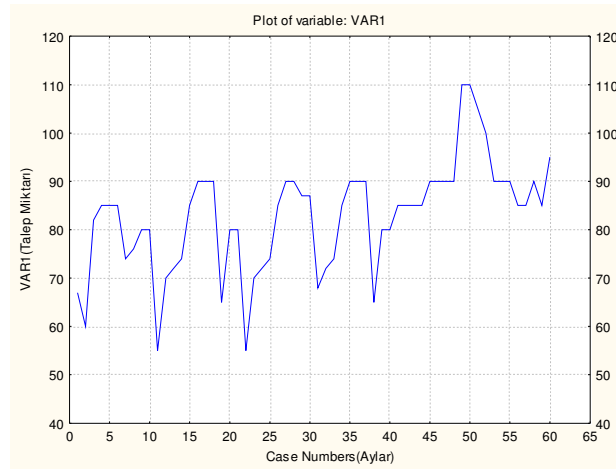
Grafiğe bakıldığında satış değerleriyle tahmin değerlerinin ilk yıllar için son derece tutarlı olduğu ve daha çok çakıştığı görülmüştür. Sonraki yıllarda ise ani talep değişiklikleri olma ihtimali vardır. Bu da hem mevsimsel etkilerin hem de trendin göz önüne alındığının kanıtıdır. Model son yıllardaki taleplere tepki vermekte biraz daha geç kalmaktadır. Açıkça görülmektedir ki hem trend hem de mevsimsellik birlikte dikkate alındığında en iyi sonuç ortaya çıkmaktadır.

3.2.2.2. Numune 2 için Talep Tahmin Metodu

İncelenen numune 2 için önceki veriler değerlendirilerek çizelge 3.15. oluşturulmuştur. Şekil 3.7. ise bu numuneye ait aylık kumaş talep değişim grafiğini göstermektedir.

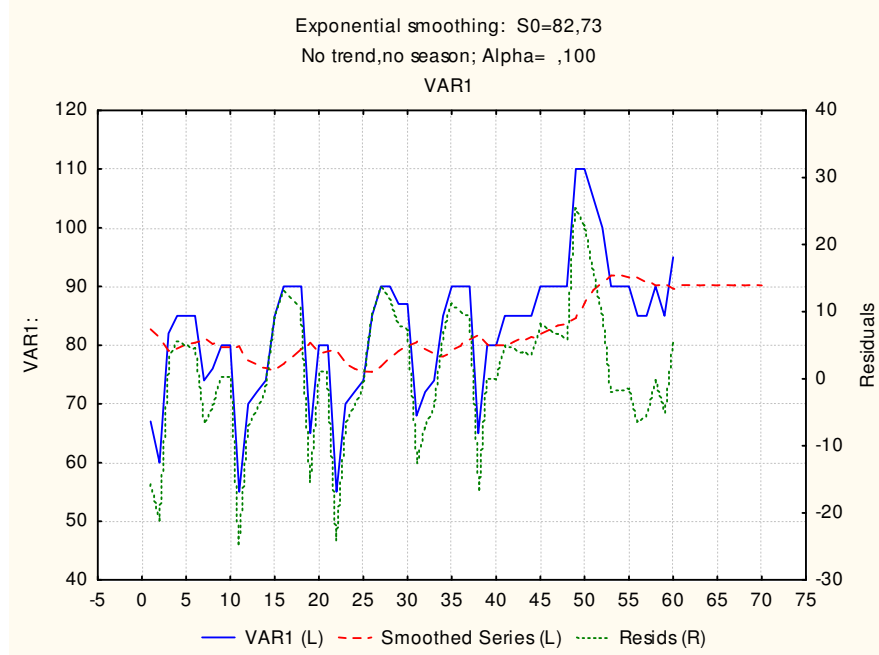
Çizelge 3.15. Numune 2'ye Ait 2004–2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri

SATIŞLAR	YIL	2004	2005	2006	2007	2008
AY						
Ocak		67	72	74	90	110
Şubat		60	74	85	65	110
Mart		82	85	90	80	105
Nisan		85	90	90	80	100
Mayıs		85	90	87	85	90
Haziran		85	90	87	85	90
Temmuz		74	65	68	85	90
Ağustos		76	80	72	85	85
Eylül		80	80	74	90	85
Ekim		80	55	85	90	90
Kasım		55	70	90	90	85
Aralık		70	72	90	90	95



Şekil 3.7.2004–2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafiği

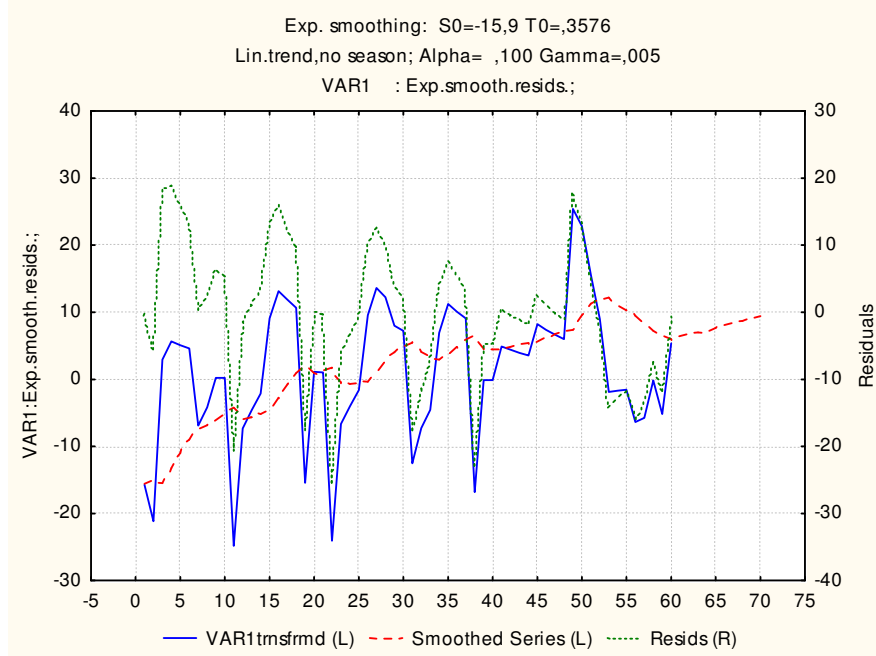
Zaman serileri yaklaşımı kullanılarak oluşturulan şekil 3.7.'deki grafikte özellikle son yıllarda lineer bir artış görülmektedir. Dolayısıyla linear trendin varlığından bahsedilir. Ayrıca mevsimsel etkilerin varlığı dikkat çekmektedir. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği şekil 3.8.'de gösterilmektedir.



Şekil 3.8. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları

Grafiğe bakıldığında satış değerleriyle tahmin değerlerinin tam olarak çalışmadığı görülmektedir. Ayrıca hata değerleri de olması gerekenden çok farklı çıkmıştır. Bu modelin veriler için yeterli olmadığı görülmektedir.

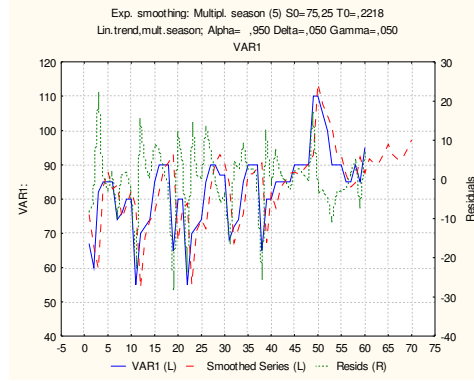
Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği ve ilgili tahminler şekil 3.9.'da sunulmuştur.



Şekil 3.9.Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler

Gerçek satış değerleri ile tahmin değerleri çakışmamaktadır. Çakışmama olmaması gösteriyor ki ana etken mevsimselliktir.

Tam Winters Modeli'nin yeterliliği şekil 3.10.'da verilmiştir.



Şekil 3.10. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler

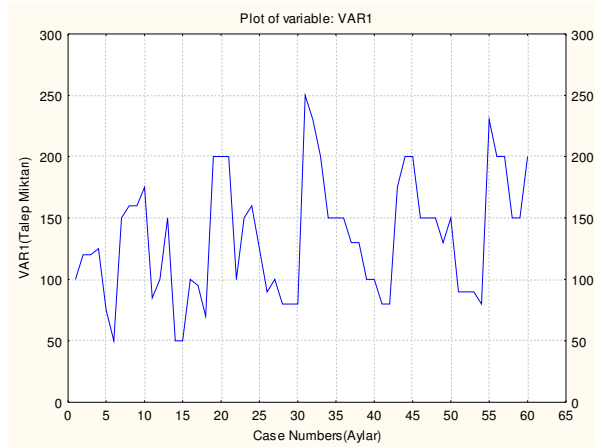
Hem trend hem de mevsimsellik birlikte dikkate alındığında en iyi sonuç ortaya çıkmaktadır.

3.2.2.3. Numune 3 için Talep Tahmin Metodu

İncelenen numune 3 için önceki veriler değerlendirilerek çizelge 3.16.oluşturulmuştur. Şekil 3.11.'de ilgili numuneye ait 2004-2008 yılları arasındaki aylık talep değişimi gösterilmiştir.

Çizelge 3.16.Numune 3'e Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri

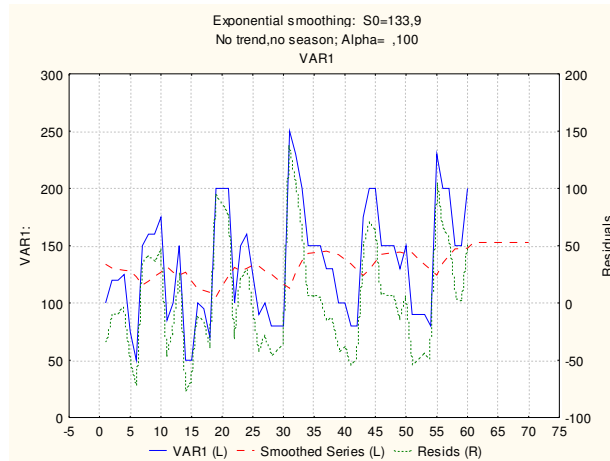
SATIŞLAR	YIL	2004	2005	2006	2007	2008
AY						
Ocak		100	150	125	130	130
Şubat		120	50	90	130	150
Mart		120	50	100	100	90
Nisan		125	100	80	100	90
Mayıs		75	95	80	80	90
Haziran		50	70	80	80	80
Temmuz		150	200	250	175	230
Ağustos		160	200	230	200	200
Eylül		160	200	200	200	200
Ekim		175	100	150	150	150
Kasım		85	150	150	150	150
Aralık		100	160	150	150	200



Şekil 3.11.2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafiği

Grafikte özellikle son yıllarda lineer bir artış söz konusudur.(4.yıldaki dalgalanma hariç) Dolayısıyla linear trendin varlığından bahsedilebilir. Ayrıca modele bakıldığında mevsimsel etkilerin varlığı da gözükmemektedir. Özellikle son bahardaki artış etkisi bu kararın verilmesinde etken olmuştur. Dolayısıyla burada trendin ve mevsimsel değişimin aynı anda uygulandığı Tam Winter's Modeli uygundur.

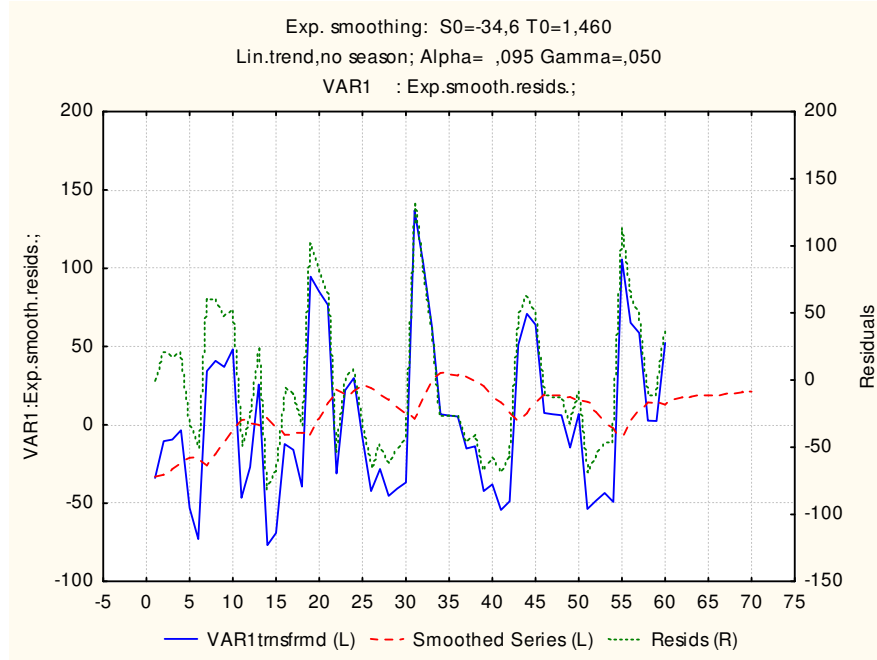
Basit Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği şekil 3.12.'de verilmiştir.



Şekil 3.12. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları

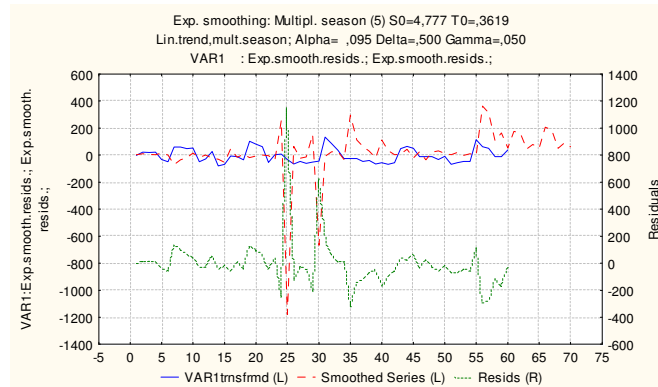
Bu modelin veriler için yeterli olmadığı görülmektedir. Mevsimsel dalgalanmalar göz önüne almadığı için yetersizdir.

Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği şekil 3.13.'te verilmiştir.



Şekil 3.13. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler

Modelde görülen çakışmama linear etkinin yetersiz olduğunu göstermektedir. Tam Winters Modeli'nin yeterliliği ise şekil 3.14.'te gösterilmektedir.



Şekil 3.14. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler

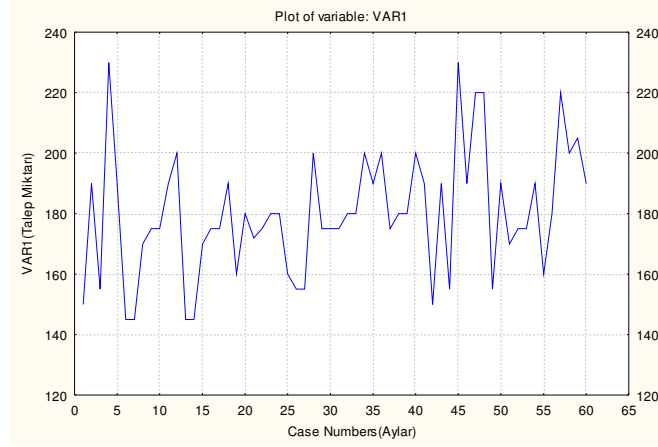
Grafiğe bakıldığında satış değerleriyle tahmin değerlerinin daha çok çakıştığı görülmüştür. Bu da hem mevsimsel etkilerin hem de trendin göz önüne alındığının kanıtıdır. Ve ani talep değişimleri hariç verilerin 0 bandı etrafında yayıldığı gözlenmektedir.

3.2.2.4. Numune 4 için Talep Tahmin Metodu

İncelenen numune için önceki veriler değerlendirilerek çizelge 3.17. oluşturulmuştur. Şekil 3.15. ise 4 nolu numuneye ait aylık kumaş talep değişim grafiğidir.

Çizelge 3.17.Numune 4'e Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri

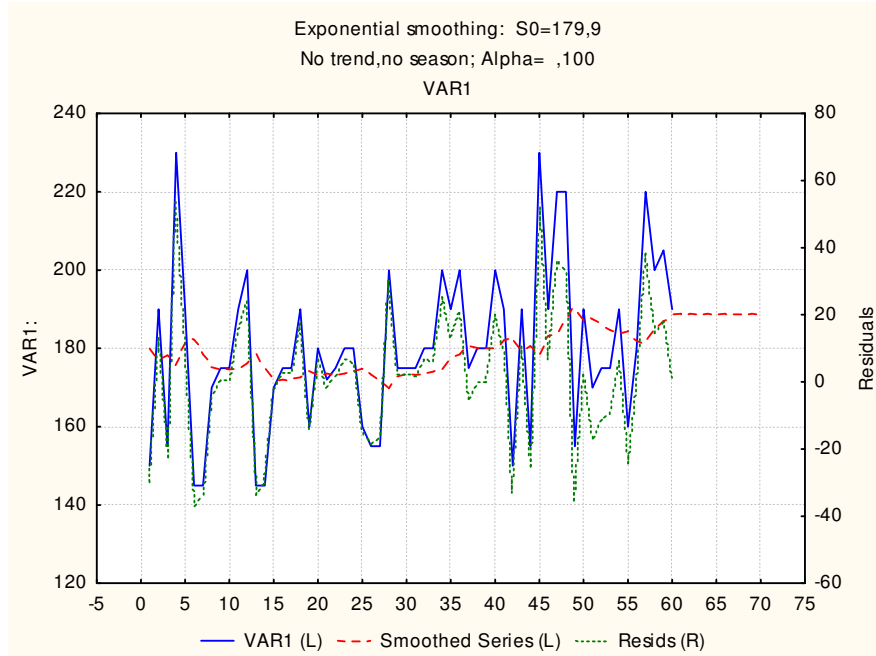
SATIŞLAR	YIL	2004	2005	2006	2007	2008
AY						
Ocak		150	145	160	175	155
Şubat		190	145	155	180	190
Mart		155	170	155	180	170
Nisan		230	175	200	200	175
Mayıs		190	175	175	190	175
Haziran		145	190	175	150	190
Temmuz		145	160	175	190	160
Ağustos		170	180	180	155	180
Eylül		175	172	180	230	220
Ekim		175	175	200	190	200
Kasım		190	180	190	220	205
Aralık		200	180	200	220	190



Şekil 3.15. 2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafiği

Grafikte linear trendin varlığından bahsedilebilir. Ayrıca modele bakıldığında mevsimsel etkilerin varlığı trende göre daha azdır. Genelde 100.000 m civarında dolaşan bir talep değerinden bahsedilir ancak son yıllardaki değişim dikkat çekmektedir.

Basit Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği şekil 3.16.'da gösterilmektedir.

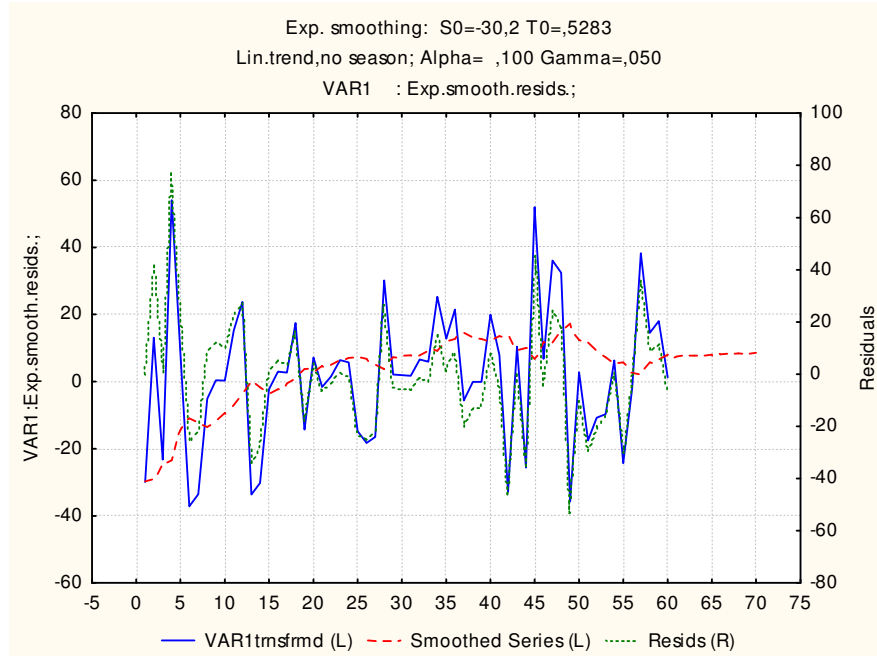


Şekil 3.16. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları

Bu modelin veriler için yeterli olmadığı görülmektedir. Linear trend göz önüne almadığı için model yetersizdir.

Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği ve elde edilen tahminler şekil 3.17.'de verilmiştir.

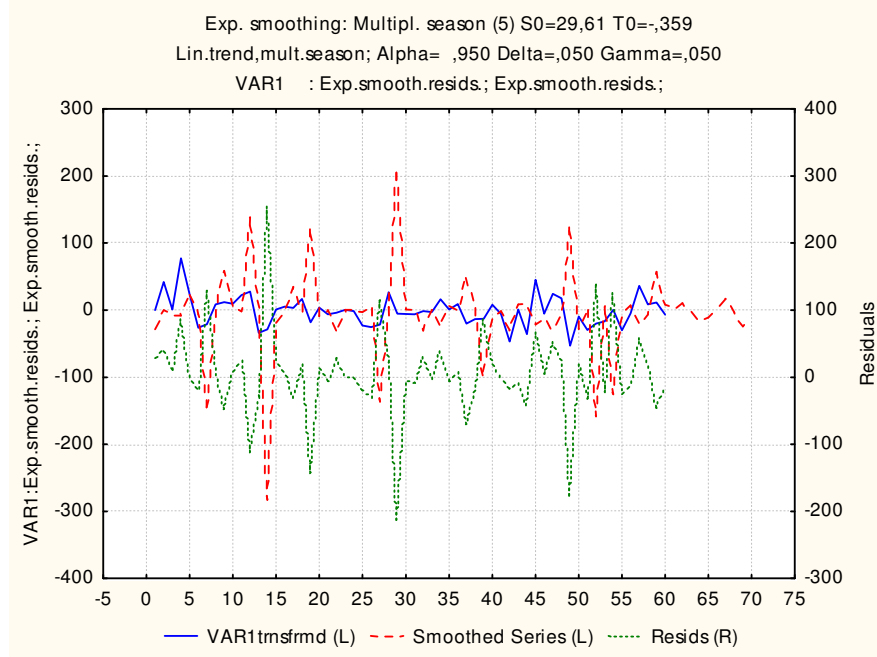
Trend düzeltme hatası da modele dahil edilmiştir. Alpha 0.95 ve Beta 0.05 seçilerek veriler modelde kullanılmaktadır.



Şekil 3.17. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler

Model incelendiğinde en büyük çakışma bu numune için trend düzeltmeli yöntemidir. Modelde talep değişikliğin de ana etken mevsimsellik olmuştur.

Tam Winters Modeli'nin yeterliliği şekil 3.18.'de görülmektedir.



Şekil 3.18. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler

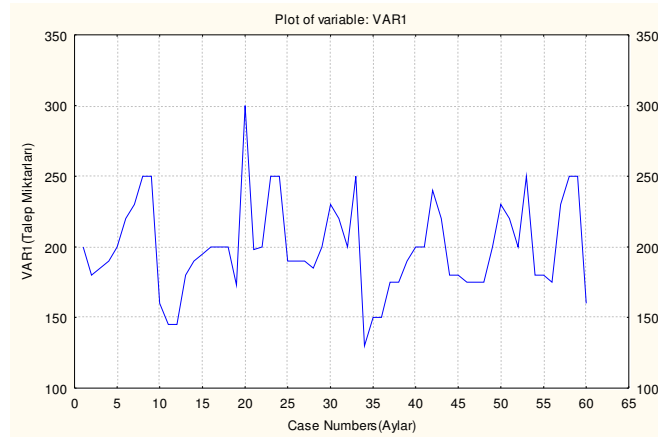
Grafiğe bakıldığında satış değerleriyle tahmin değerlerinin daha az çakıştığı görülmüştür. Model son yıllardaki taleplere tepki vermekte biraz daha geç kalmaktadır.

3.2.2.5. Numune 5 için Talep Tahmin Metodu

İncelenen numune için önceki veriler değerlendirilerek çizelge 3.18. oluşturulmuştur. İlgili numuneye ait aylık kumaş talep değişim grafiği ise şekil 3.19’da verilmiştir.

Çizelge 3.18.Numune 5’e Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri

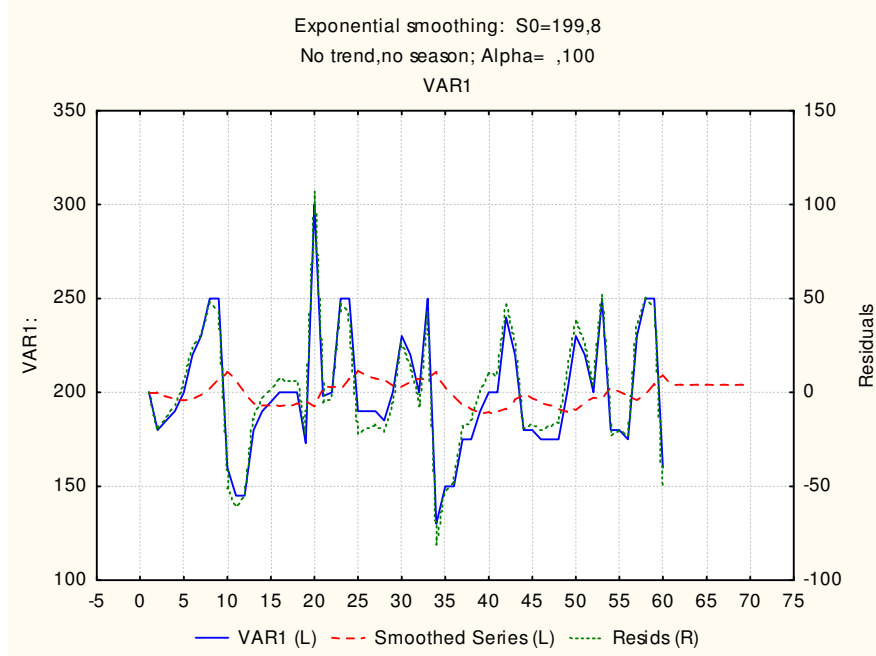
SATIŞLAR	YIL	2004	2005	2006	2007	2008
AY						
Ocak		200	180	190	175	200
Şubat		180	190	190	175	230
Mart		185	195	190	190	220
Nisan		190	200	185	200	200
Mayıs		200	200	200	200	250
Haziran		220	200	230	240	180
Temmuz		230	173	220	220	180
Ağustos		250	300	200	180	175
Eylül		250	198	250	180	230
Ekim		160	200	130	175	250
Kasım		145	250	150	175	250
Aralık		145	250	150	175	160



Şekil 3.19. 2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafiği

Modelde özellikle trend etkisi görülmektedir. Mevsimsel etkilerin varlığından bahsedilemez.

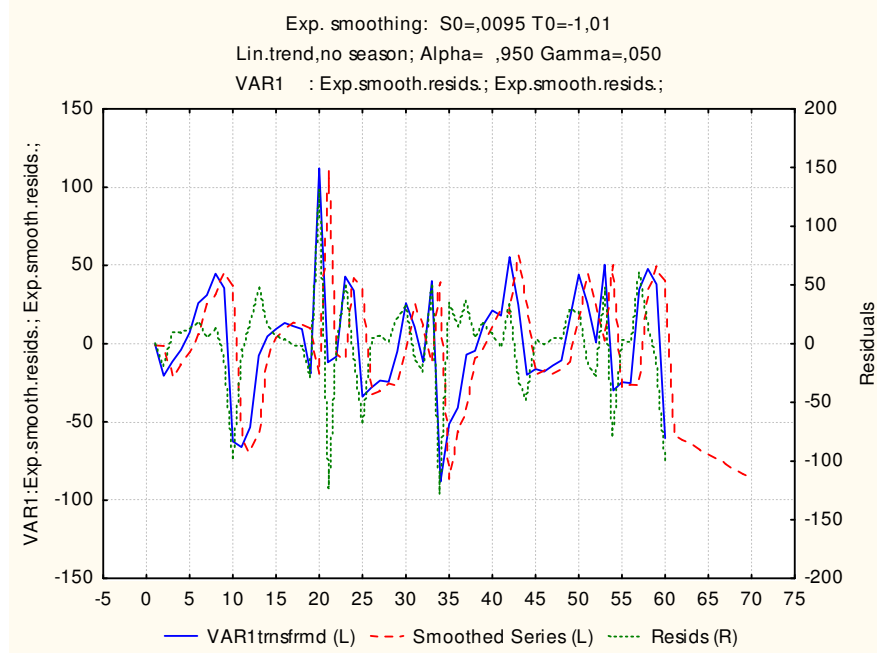
Basit Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği ve elde edilen tahminler şekil 3.20.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.20. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları

Grafik incelendiğinde gerçek satış değerleriyle talep değerlerinde bir çakışma olmaması modelin yetersizliğini göstermektedir.

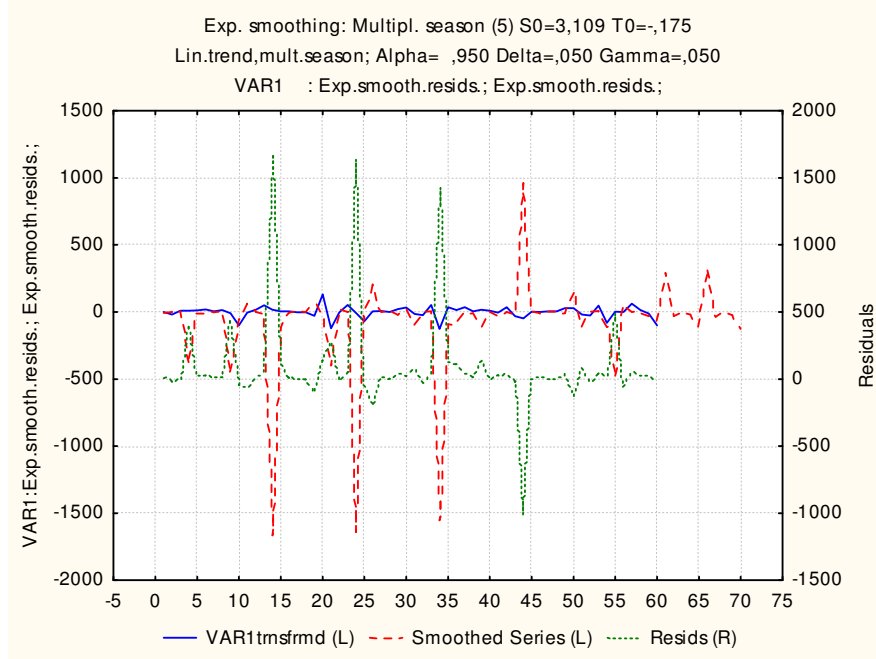
Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği şekil 3.21.'de sunulmuştur.



Şekil 3.21. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler

Gerçek satış değerleri ile tahmin değerleri yine tam olarak çakışmamaktadır. Ancak basit üstel yönteme göre daha fazla çakışma görülmektedir. Ayrıca tam bir çakışma olmaması değişimlerin bir önceki modelde olduğu gibi her zaman bir adım geriden geldiğini göstermektedir.

Tam Winters Modeli'nin yeterliliği incelendiğinde oluşan tahminler şekil 3.22.'de verilmiştir.



Şekil 3.22. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler

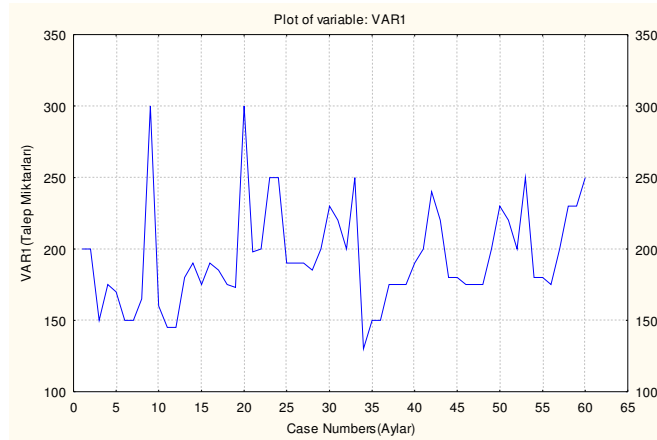
Grafiğe bakıldığında bu modelde hiç çakışma yoktur, hata oranları fazladır. Model uygun değildir. Yani bu numune için en uygun model trend düzeltmeli modeldir, Esas etki linear değişimlerdir.

3.2.2.6. Numune 6 için Talep Tahmin Metodu

İncelenen numune için önceki veriler değerlendirilerek çizelge 3.19. oluşturulmuştur. Şekil 3.23.'de ise numune 6'ya ait 2004-2008 yılları arasındaki talebin aylık değişim grafiği sunulmuştur.

Çizelge 3.19. Numune 6'ya Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri

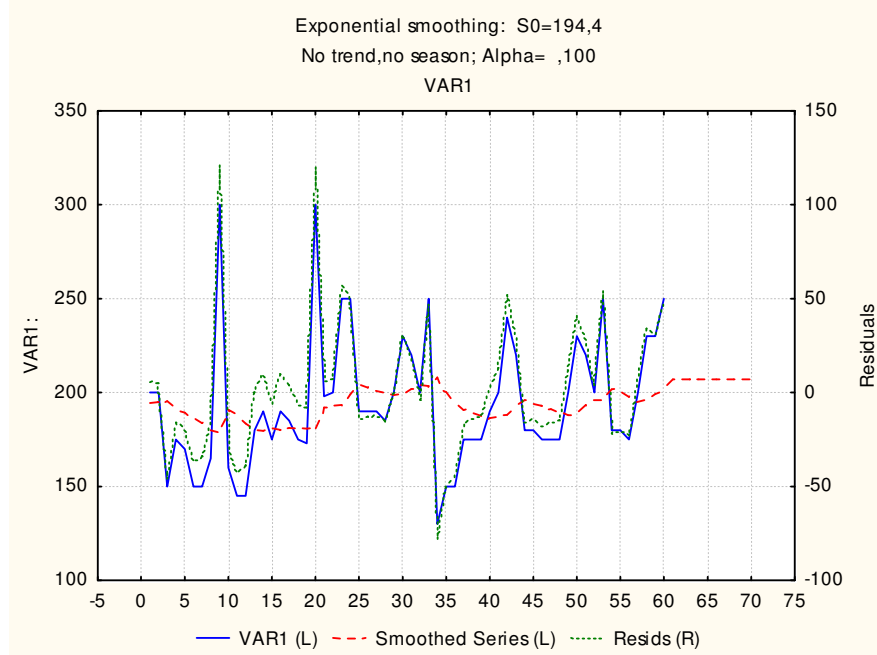
SATIŞLAR	YIL	2004	2005	2006	2007	2008
AY						
Ocak		200	180	190	175	200
Şubat		200	190	190	175	230
Mart		150	175	190	175	220
Nisan		175	190	185	190	200
Mayıs		170	185	200	200	250
Haziran		150	175	230	240	180
Temmuz		150	173	220	220	180
Ağustos		165	300	200	180	175
Eylül		300	198	250	180	200
Ekim		160	200	130	175	230
Kasım		145	250	150	175	230
Aralık		145	250	150	175	250



Şekil 3.23. 2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafiği

Grafikte 4 nolu numune kumaşta olduğu gibi yine linear trendin varlığından bahsedilebilir ve mevsimsel etkilerin varlığı trende göre daha azdır.

Basit Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği şekil 3.24.'te verilmiştir.

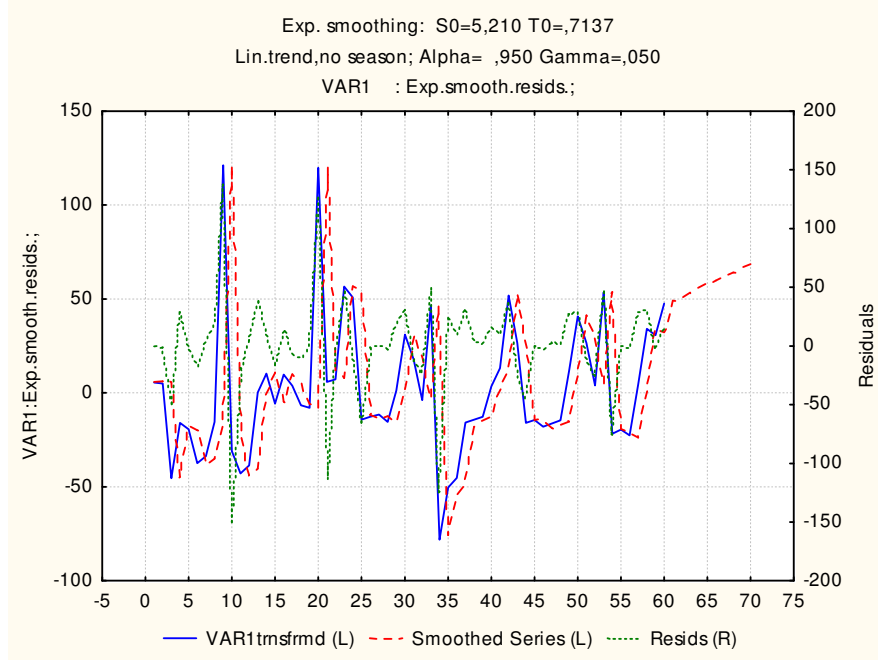


Şekil 3.24. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları

Bu modeldeki çakışmama nedeniyle modelin veriler için yeterli olmadığı görülmektedir.

Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminin yeterliliği ise şekil 3.25.'te verilmiştir.

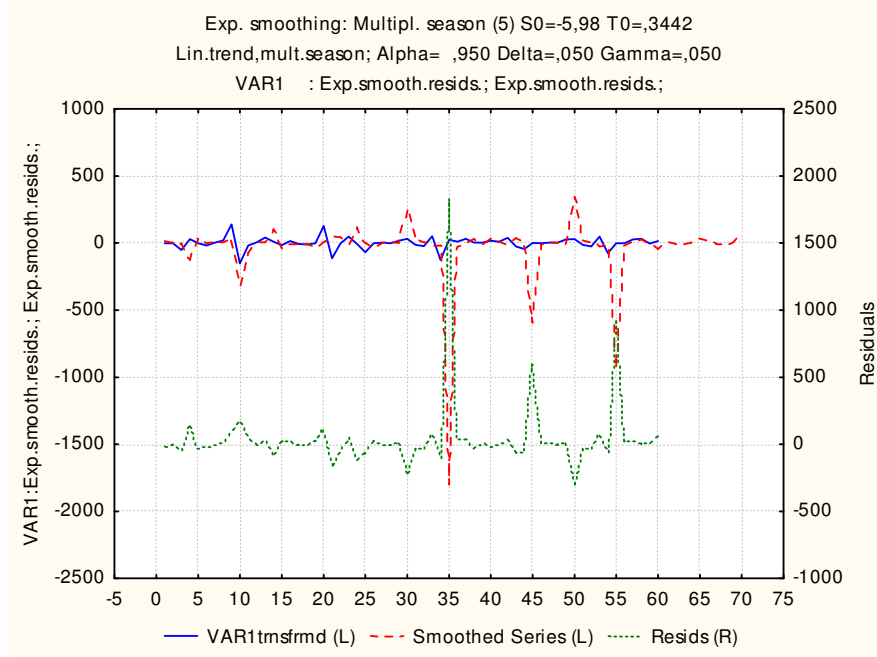
Trend düzeltme hatası da modele dahil edilmiştir. Alpha 0.95 ve Beta 0.05 seçilerek veriler modelde kullanılmaktadır.



Şekil 3.25. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler

Gerçek satış değerleri ile tahmin değerleri arasındaki çakışma en fazla bu modelde görülmektedir. Linear trendin etkisi açıkça görülmektedir. İncelenen numune için talep değişimi trend etkisinden kaynaklanmaktadır.

Tam Winters Modeli'nin yeterliliği şekil 3.26.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.26. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler

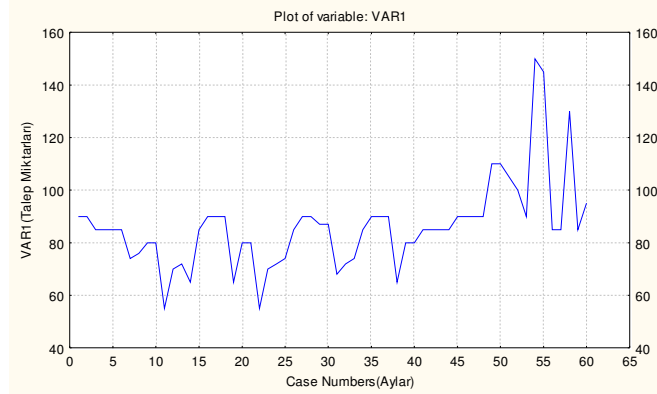
Grafiğe bakıldığında satış değerleriyle tahmin değerlerinin daha az çakıştığı görülmüştür. Model son yıllardaki taleplere tepki vermekte biraz daha geç kalmaktadır. Açıkça görülmektedir ki modelde ana etken trend etkisidir. Tam Winters Modeli bu numune için uygun değildir. Mevsimsel etkilerden çok, trend etkisi dikkate alınmıştır.

3.2.2.7. Numune 7 için Talep Tahmin Metodu

İncelenen numune için önceki veriler değerlendirilerek çizelge 3.20. oluşturulmuştur. Numune 7'ye ait aylık kumaş talep değişim grafiği ise şekil 3.27.'de verilmiştir.

Çizelge 3.20. Numune 7'ye Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri

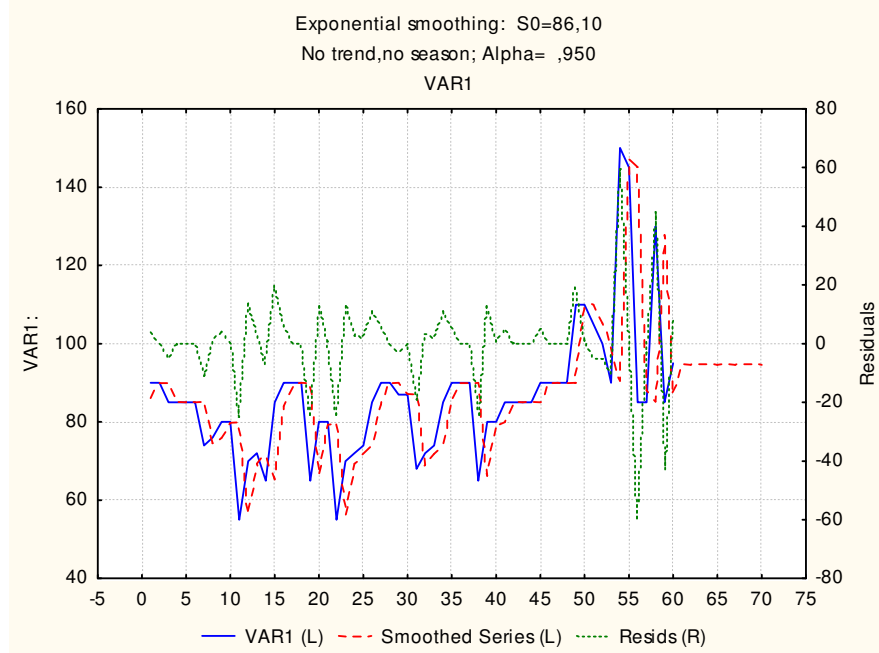
SATIŞLAR	YIL	2004	2005	2006	2007	2008
AY						
Ocak		90	72	74	90	110
Şubat		90	65	85	65	110
Mart		85	85	90	80	105
Nisan		85	90	90	80	100
Mayıs		85	90	87	85	90
Haziran		85	90	87	85	150
Temmuz		74	65	68	85	145
Ağustos		76	80	72	85	85
Eylül		80	80	74	90	85
Ekim		80	55	85	90	130
Kasım		55	70	90	90	85
Aralık		70	72	90	90	95



Şekil 3.27. 2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafiği

İncelenen numune için genel olarak bir mevsimsel etkinin varlığından, son yıllar içinse yükselen trend etkisinden bahsedilir. Dolayısıyla seçilmesi gereken model Tam Winter's Modeli gibi durmaktadır.

Basit Üstel Düzeltme Yöntem'inin yeterliliği şekil 3.28.'de verilmiştir.

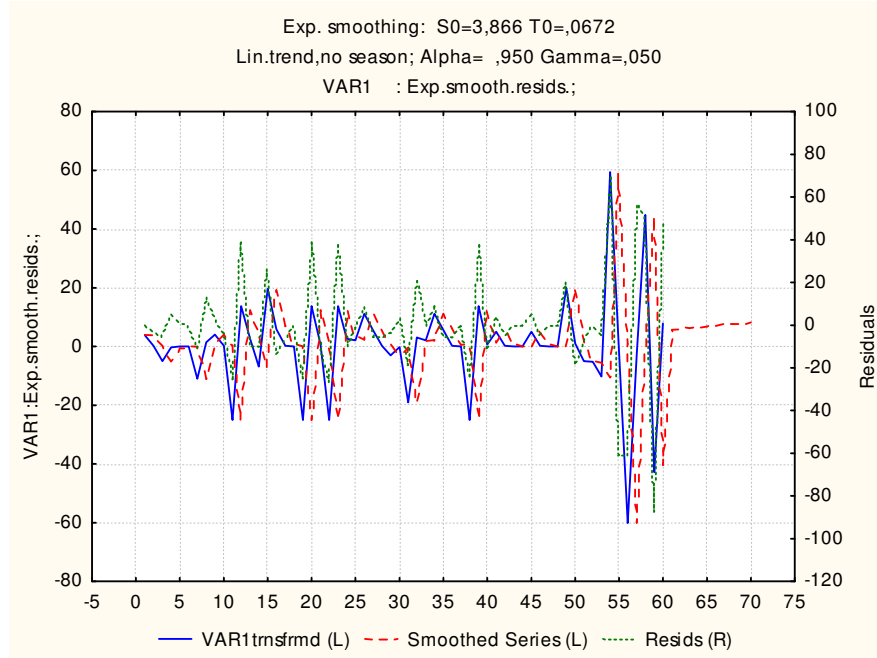


Şekil 3.28. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları

Modelde gerçek satış değerleriyle talep değerleri arasında belirgin bir çakışma söz konusudur. Ancak talep değişimine sebep olan etkilerin modeli ne kadar etkilediğini görmek için diğer modeller de incelenmelidir.

Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliğini Şekil 3.29 vermektedir.

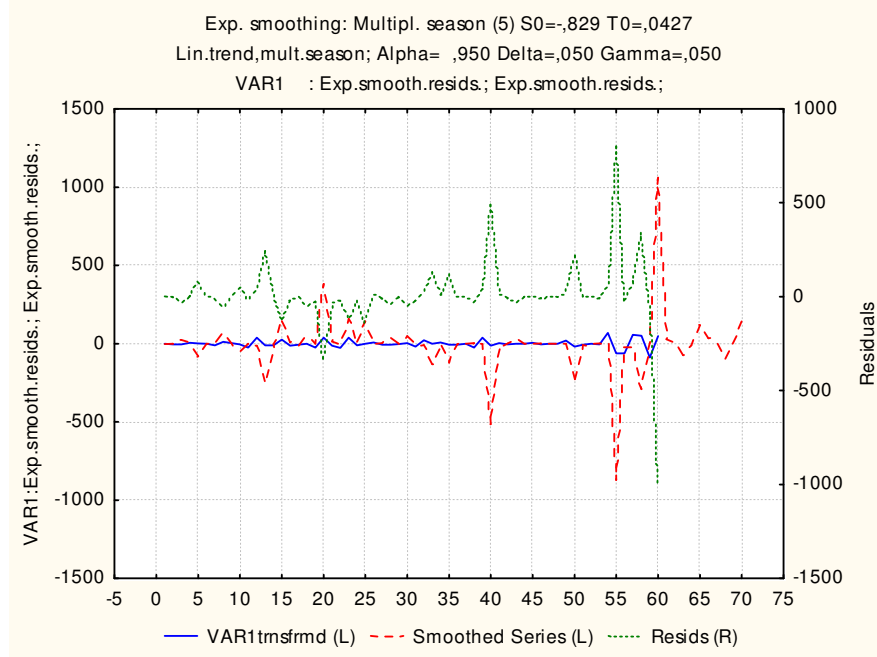
Trend düzeltme hatası da modele dahil edilmiştir. Alpha 0.95 ve Beta 0.05 seçilerek verilerin modelde kullanılmaktadır.



Şekil 3.29.Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler

Gerçek satış değerleri ile tahmin değerlerinin basit üstel düzeltme yöntemine göre daha fazla çakıştığı görülmektedir. Özellikle son yıllarda büyük grafikte büyük değişiklik olmuştur. Bu da linear etkiyi açıkça göstermektedir. Ancak mevsimsellik dikkate alınmadığı sürece doğruya ulaşamayacaktır.

Tam Winters Modeli'nin yeterliliği şekil 3.30.'da verilmiştir.



Şekil 3.30. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler

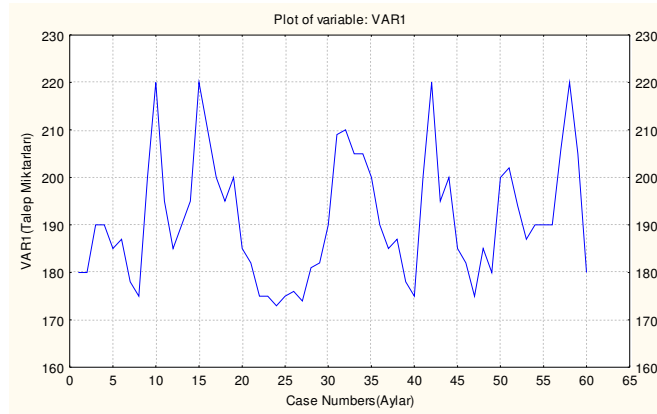
Grafiğe bakıldığında satış değerleriyle tahmin değerlerinin ani talep değişimleri hariç son derece tutarlı olduğu ve bazı yıllarda daha çok çakıştığı görülmüştür. Bu da hem mevsimsel etkilerin hem de trendin göz önüne alındığının kanıtıdır. Model son yıllardaki taleplere tepki vermekte biraz daha geç kalmaktadır. Hem trend hem de mevsimsellik birlikte dikkate alındığında en iyi sonuç ortaya çıkmaktadır.

3.2.2.8. Numune 8 için Talep Tahmin Metodu

İncelenen numune için önceki veriler değerlendirilerek çizelge 3.21. verilmiştir. Şekil 3.31.'de ise ilgili numuneye ait aylık talep değişim grafiği verilmiştir.

Çizelge 3.21.Numune 8'e Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri

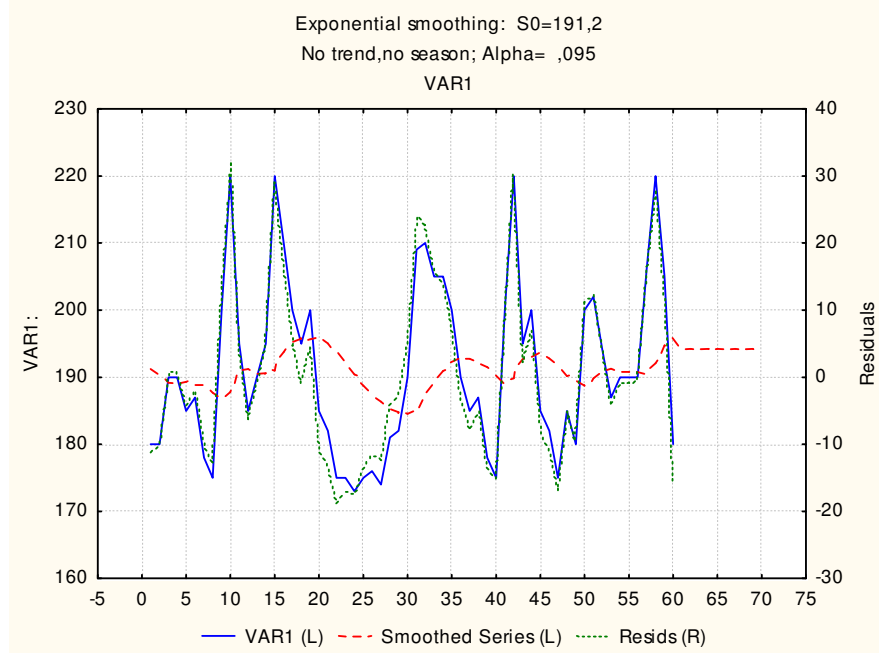
SATIŞLAR	YIL	2004	2005	2006	2007	2008
AY						
Ocak		180	190	175	185	180
Şubat		180	195	176	187	200
Mart		190	220	174	178	202
Nisan		190	210	181	175	194
Mayıs		185	200	182	200	187
Haziran		187	195	190	220	190
Temmuz		178	200	209	195	190
Ağustos		175	185	210	200	190
Eylül		200	182	205	185	206
Ekim		220	175	205	182	220
Kasım		195	175	200	175	205
Aralık		185	173	190	185	180



Şekil 3.31. 2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafiği

Modelde hem artan linear trend etkisi hem de mevsimsel etki dikkat çekmektedir.

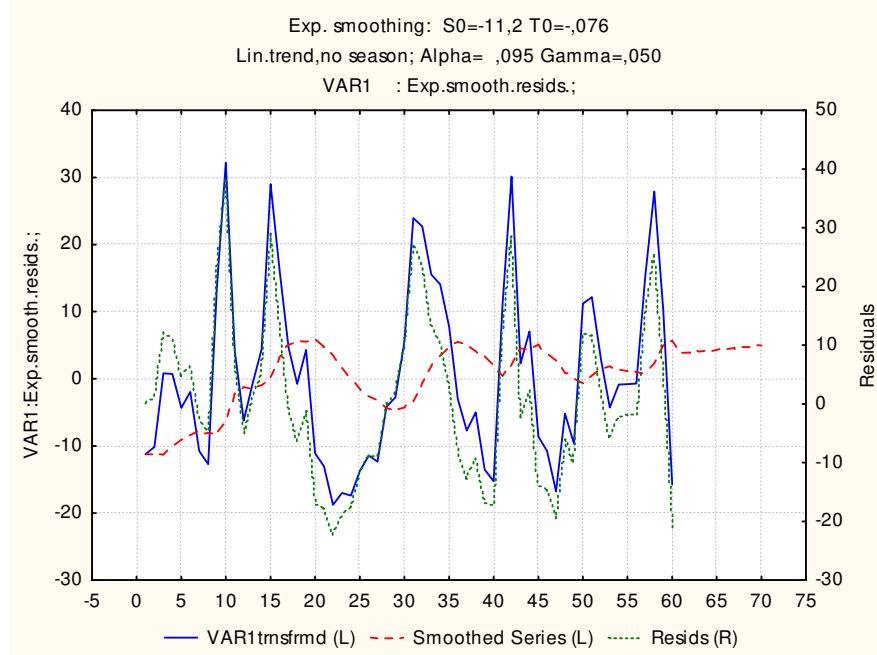
Basit Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği şekil 3.32.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.32. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları

Grafiğe bakıldığında satış değerleriyle tahmin değerlerinin çakışmadığı görülmektedir. Ayrıca hata değerleri de olması gerekenden çok farklı çıkmıştır. Bu modelin veriler için yeterli olmadığı görülmektedir.

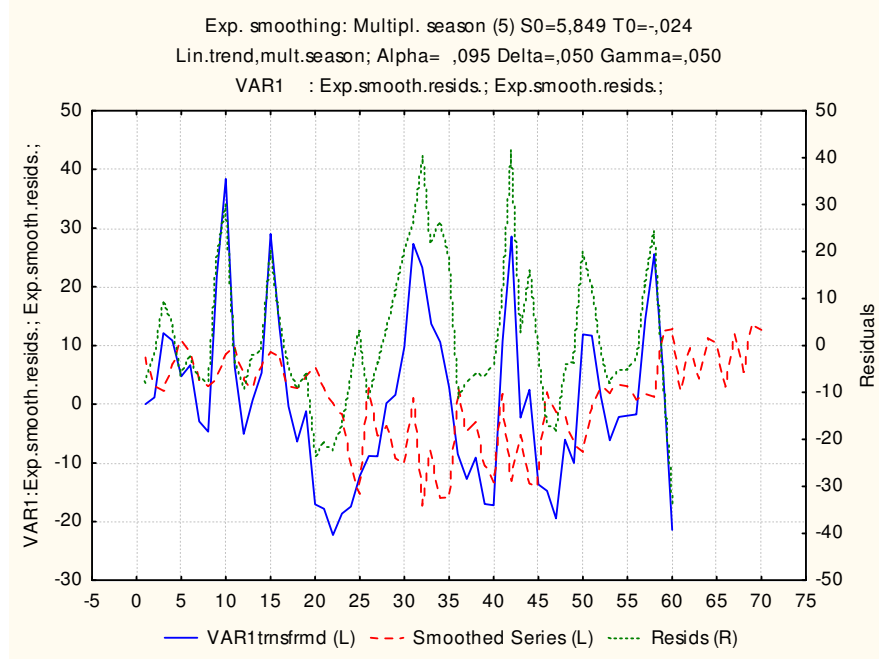
Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği şekil 3.33.'te sunulmuştur.



Şekil 3.33. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler

Gerçek satış değerleri ile tahmin değerleri çakışmamaktadır. Ayrıca trend düzeltmeli üstel düzeltme yöntemiyle de çakışmama olmaması gösteriyor ki ana etken mevsimselliktir.

Tam Winters Modeli'nin yeterliliği ve elde edilen tahminler şekil 3.34.'te gösterilmiştir.



Şekil 3.34. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler

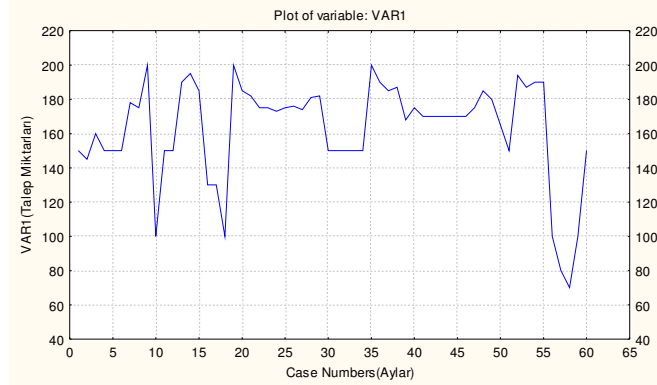
Grafiğe bakıldığında satış değerleriyle tahmin değerlerinin en çok bu model ile çakıştığı görülmüştür. Bu da hem mevsimsel etkilerin hem de trendin göz önüne alındığının kanıtıdır. Model son yıllardaki taleplere tepki vermekte biraz daha geç kalmaktadır. Hem trend hem de mevsimsellik birlikte dikkate alındığında en iyi sonuç ortaya çıkmaktadır. Ancak yine de tam sonuca ulaşamamaktadır.

3.2.2.9.Numune 9 için Talep Tahmin Metodu

İncelenen numune için önceki veriler değerlendirilerek çizelge 3.22. oluşturulmuştur. Şekil 3.35.'te ise aylık kumaş değişim grafiği gösterilmektedir.

Çizelge 3.22.Numune 9'a Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri

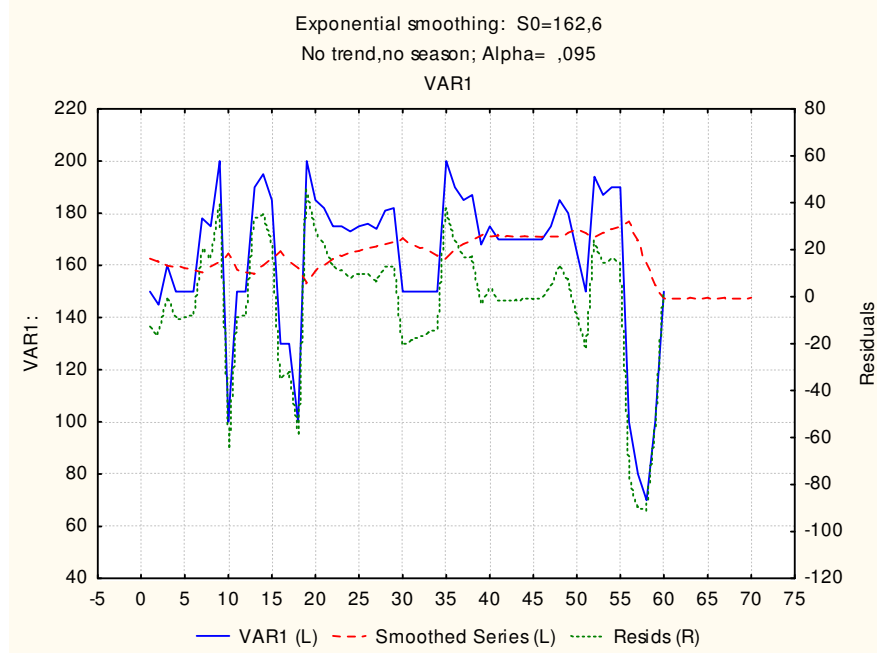
SATIŞLAR	YIL	2004	2005	2006	2007	2008
AY						
Ocak		150	190	175	185	180
Şubat		145	195	176	187	165
Mart		160	185	174	168	150
Nisan		150	130	181	175	194
Mayıs		150	130	182	170	187
Haziran		150	100	150	170	190
Temmuz		178	200	150	170	190
Ağustos		175	185	150	170	100
Eylül		200	182	150	170	80
Ekim		100	175	150	170	70
Kasım		150	175	200	175	100
Aralık		150	173	190	185	150



Şekil 3.35. 2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafiği

İncelen numune için trend değişimlerinin etkili olduğu söylenebilir. Mevsimsel etkilerden söz edilemez.

Basit Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği şekil 3.36.'da verilmiştir.

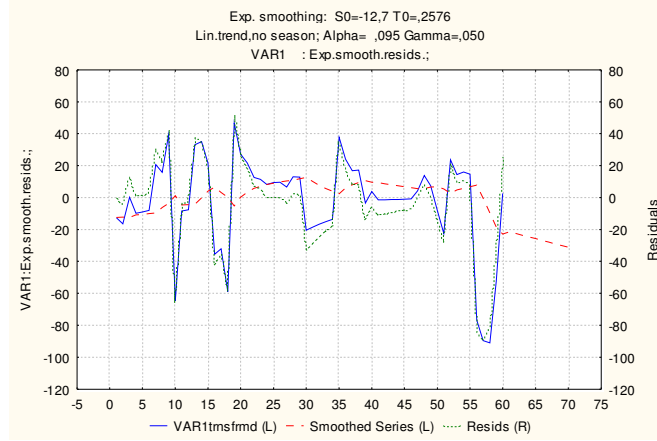


Şekil 3.36. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları

Hata değerlerinin, olması gerekenden çok farklı çıkması ve de gerçek değerlerle talep değerleri arasında istenilen çakışmanın olmaması modeli yetersiz kılmıştır.

Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği şekil 3.37.'de verilmiştir.

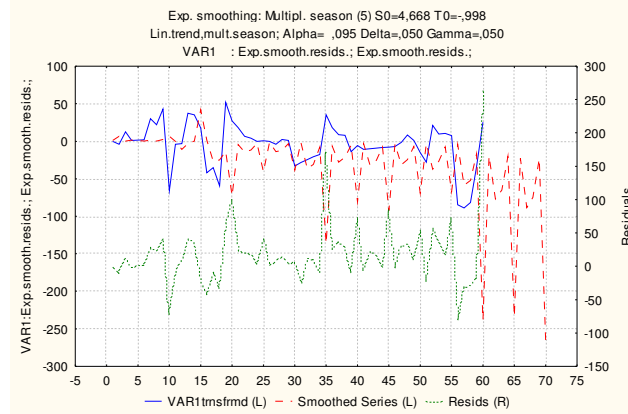
Trend düzeltme hatası da modele dahil edilmiştir. Alpha 0.95 ve Beta 0.05 seçilerek veriler modelde kullanılmaktadır.



Şekil 3.37. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler

Gerçek satış değerleri ile tahmin değerleri çakışmamaktadır. Geçmiş yıllara göre son yıllarda büyük değişiklik görülmektedir. Ancak mevsimsel etkilerin varlığından bahsedilememektedir. İncelenen numune için en uygun model linear etkilerin olduğu bu trend düzeltmeli modeldir.

Tam Winters Modeli'nin yeterliliği ve elde edilen tahminler şekil 3.38.'de gösterilmektedir.



Şekil 3.38. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler

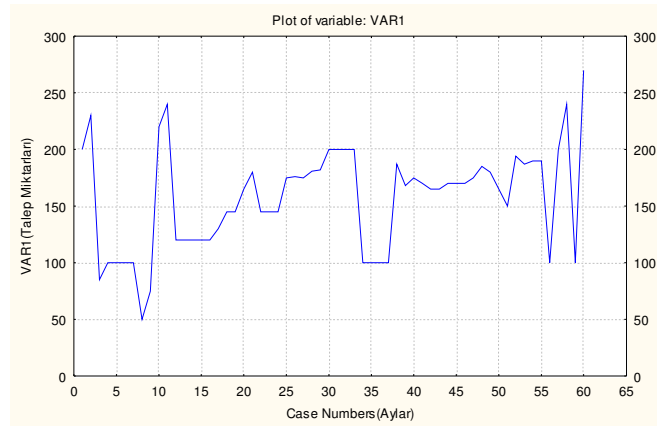
Grafiğe bakıldığında satış değerleriyle tahmin değerlerinin tutarlı olmadığı ve hata oranlarının çok fazla olduğu görülmüştür. Yani mevsimsel etkilerden bahsedilemez.

3.2.2.10.Numune 10 için Talep Tahmin Metodu

İncelenen numune için önceki veriler değerlendirilerek çizelge 3.23.oluşturulmuştur. Şekil 3.29.’da numune 10 ‘a ait aylık talep değişimleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.23. Numune 10’a Ait 2004 – 2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talepleri

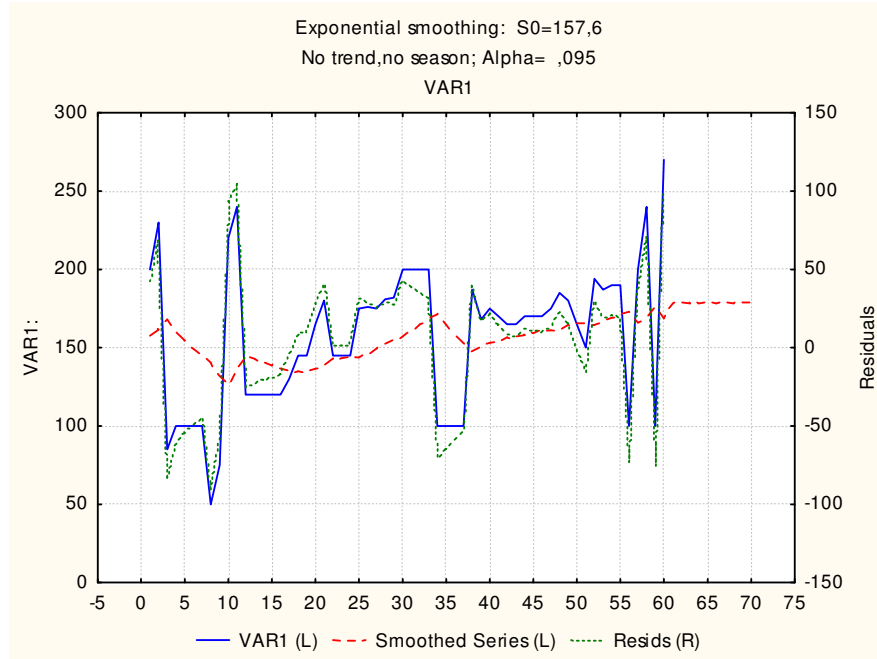
SATIŞLAR	YIL	2004	2005	2006	2007	2008
AY						
Ocak		200	120	175	100	180
Şubat		230	120	176	187	165
Mart		85	120	175	168	150
Nisan		100	120	181	175	194
Mayıs		100	130	182	170	187
Haziran		100	145	200	165	190
Temmuz		100	145	200	165	190
Ağustos		50	165	200	170	100
Eylül		75	180	200	170	200
Ekim		220	145	100	170	240
Kasım		240	145	100	175	100
Aralık		120	145	100	185	270



Şekil 3.39. 2004-2008 Yılları Arasındaki Aylık Kumaş Talep Değişim Grafiği

İncelenen numune için talebin hem mevsimsel faktörlerden hem de trendden etkilendiği düşünülmektedir.

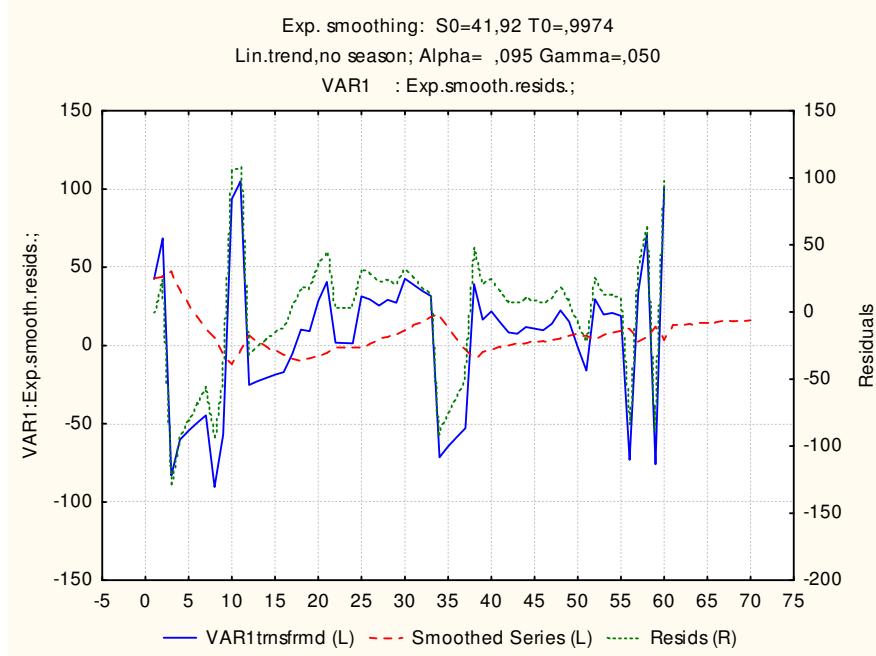
Basit Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği şekil 3.40.'da verilmiştir.



Şekil 3.40. Basit Üstel Düzeltme Yöntemi ile Elde Edilen Tahminler ve Tahmin Hataları

Bu modelin veriler için yeterli olmadığı görülmektedir. Mevsimsel dalgalanmalı göz önüne almadığı için yetersizdir.

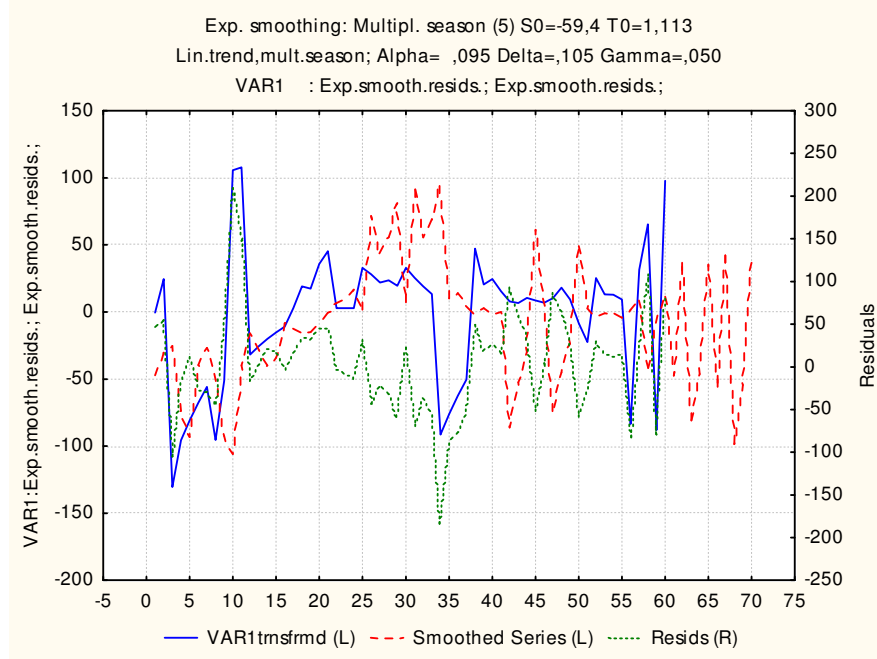
Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemi'nin yeterliliği şekil 3.41.'de gösterilmektedir.



Şekil 3.41. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yönteminden Elde Edilen Tahminler

Gerçek satış değerleri ile tahmin değerleri çakışmamaktadır. Ayrıca trend düzeltmeli üstel düzeltme yöntemiyle de çakışmama olmaması gösteriyor ki ana etken mevsimselliktir.

Tam Winters Modeli'nin yeterliliği ve elde edilen tahminler şekil 3.42.'de sunulmuştur.



Şekil 3.42. Winters Modelinden Elde Edilen Tahminler

Grafiğe bakıldığında satış değerleriyle tahmin değerlerinin diğer modellere göre daha olduğu ve daha çok çakıştığı görülmüştür. Bu da hem mevsimsel etkilerin hem de trendin göz önüne alındığının kanıtıdır. Model son yıllardaki taleplere tepki vermekte biraz daha geç kalmaktadır.

3.2.3. Simülasyon (Benzetim) Metodu

3.2.3.1. Benzetim

Benzetim, gerçek bir dünya süreci veya sisteminin işletilmesinin zaman üzerinden taklit edilmesidir (Banks ve Carson, 1984). Sistem objeleri arasında tanımlanmış ilişkileri içeren sistem veya süreçlerin bir modelidir. Benzetim gerçek bir şeyin taklit edilerek yapılmasıdır. Benzetim, taklit edilen gerçek bir olayın genelde bilgisayar yardımıyla modellenmesidir. Örneğin bilgisayar üzerindeki bir

uçuş simülatörü, uçuşun bazı kurallarının bir bilgisayar üzerinde öğretilmesi amacıyla kullanılan bir benzetim modelidir. Pilotun kokpitte göreceği ekranın bir benzerini bilgisayar ekranında görmesi ve uçuşu kontrol etme işlemlerini sanki de gerçekten uçaktaymış gibi yapması, bir benzetim olayıdır (Öztürk ,2007).

Benzetimin Avantajları ve Dezavantajları

Avantajları

- ✓ Benzetim modeli; kurulduktan sonra, önerilen yeni tasarımların veya yeni politikaların analizinde kullanılabilir.
- ✓ Yeni bir sistemin analizine yardımcı olmak için kullanılır.
- ✓ Veri elde etmek için: Benzetim modelinden veri elde etmek, gerçek sistemden aynı verileri elde etmekten daha ucuzdur.
- ✓ Benzetim tekniği, analitik metotları uygulamaktan daha kolaydır (Öztürk,2007).

Dezavantajları

- ✓ Benzetim modellerinin kurulması ve geçerliliğinin araştırılması, zaman alıcıdır. Bu nedenle bilgisayarlarda benzetim modellerinin koşum maliyeti yüksek olabilir.
- ✓ Maliyeti etkileyen diğer bir faktör benzetim modellerinin birden fazla (n kez) çalıştırılması ihtiyacıdır. Bu durumda bilgisayar maliyeti artmaktadır.
- ✓ Benzetimin analitik tekniklerin yeterli olabileceği durumlarda da zaman zaman kullanıldığı gözlenmektedir.
- ✓ Genel olarak, tüm benzetim modelleri, “girdi-çıkıtı” modelleri olarak adlandırılır.
- ✓ Verilen bir girdi seti için sistemin çıktısını elde ederler. Yani, benzetim modelleri matematiksel modellerde olduğu gibi çözülmezler, çalıştırılırlar.
- ✓ Belirli koşullar altında, sistemin tavrını incelemek için kullanılırlar. Bu nedenle, analitik modellerin aksine en iyi çözümü üretmezler. Bu durum, verilen bir girdi seti altında, kontrol değişkenlerinin hangi seti için, en iyi değer elde edilir? sorusunu cevaplama amacıyla kullanılan benzetim optimizasyonu dışındadır(Öztürk ,2007).

Bir sistemin simülasyonu, bu sistemi temsil edebilecek bir model oluşturma işlemidir.

Simülasyon, gerçek sistemin modelinin tasarlanması ve bu model ile sistemin işletilmesi amacına yönelik olarak, sistemin davranışını anlayabilmek veya değişik stratejileri değerlendirebilmek için deneyler yürütülmesi sürecidir.

Simülasyon geliştirilen veya yeniden düzenlenen sürecin proses işlemlerini tamamlamada ve deneme çalışmalarını yürütmede ve süreçlerin hata zamanlarını tahmin etmek için yapılan deneysel çalışmadır. Yeni sürecin değişikliklere gösterdiği olası reaksiyonları da anlatır (Öztürk,2005).

Simülasyonun Aşamaları

Problem Tanımı ve Çalışma Planı; Benzetim çalışması, problemin ve amacının açık olarak tanımlanması ile başlamalıdır. Alternatif sistem tasarımları ve bu alternatiflerin etkinliğini değerlendirmek için kriterler belirlenmelidir. Hangi aşamada hangi ekibin nasıl çalışacağı, zaman ve maliyet dikkate alınarak planlanmalıdır.

Veri Toplama ve Model Tanımı; Üzerinde çalışılan sistemden bilgi ve veri toplanır. Bu veriler, modelde varolan olasılıklı (rassal) proseslerin olasılık dağılımlarının ve çalışma prosedürlerinin belirlenmesi için kullanılır. Örneğin; bir bankanın benzetim çalışmasında, modelde kullanılacak varışlar arası zaman ve servis zamanı dağılımlarını belirlemek için varış, servis, zamanları kaydedilir. Ayrıca, mümkünse, sistem performans ölçütü olarak kullanılacak çıktı parametresi ile karşılaştırmak amacıyla müşterilerin kuyruktaki bekleme zamanları tutulmalıdır. Kurulan model sistemi tanımlayacak yeterli detaya sahip olmalıdır. Ancak, sistem elemanlarıyla model elemanları arasında birebir bir eşleme gerekli değildir. Çok detaylı bir modelin programlanması ve çalıştırılması çok pahalı olabilir (Wu, Fang, 1995).

Modelin Geçerliliğinin Kontrolü; Modelin kurulması aşamasında, model kurucunun sistemin çalışması hakkında bilgi sahibi olan kişilerle birlikte çalışması önemlidir. Aynı zamanda, model kurucunun karar verici ile iletişim halinde olması gerekir. Modelin geçerliliğinin sağlanması ve karar vericinin modele güvenilirliğini artırmak için bu önemlidir.

Bilgisayar Programının Kodlanması ve Doğrulama; Model, genel amaçlı bir dil (FORTRAN, PASCAL, C v.b.) veya uygun bir benzetim dili (SIMAN, GPSS, SLAM, v.b.) kullanılarak kodlanır. Programın doğru çalışıp çalışmadığı çeşitli yöntemler kullanılarak test edilir.

Programın Pilot Deneyleri ve Kontrolü; Doğrulan programın pilot denemeleri geçerlilik testi için kullanılır. Pilot deneylerle, bir girdi parametresinde küçük değişiklikler yapılarak modelin çıktısının duyarlılığı test edilir. Model çıktısında çok fazla değişiklik elde edilirse, girdi parametresinin tahmini yeniden, doğru bir şekilde yapılmalıdır. Pilot deneyler ile elde edilen çıktılar ile gerçek sistemden toplanan veriler istatistiksel metotlar yardımı ile karşılaştırılır. Karşılaştırma sonucu anlamlı bir farklılık bulunmaz ise, Benzetim modelinin sistemin doğru bir modellenmesi olduğu söylenebilir. Değilse, model üzerinde gerekli düzenlemeler yeniden yapılmalıdır.

Deney Tasarımı; Model kurulduktan sonra, alternatif senaryolar detaylı olarak belirlenir. Deney sayısı, modeli çalıştırma süresi, deneyin tekrarlanma sayısı belirlenmelidir.

Deneyler; Deneylerin, oluşturulan deney tasarımına uygun olarak bilgisayar ortamında koşturulması çıktıların elde edilmesidir.

Çıktı Analizi; Yapılan deneylerden elde edilen çıktıların istatistiksel analizi yapılır. Çıktı analizinde amaç; Bir sistem için – performans ölçüsünün güven aralığını oluşturmak. Birden fazla sistem için- en iyi performans ölçütüne sahip olan alternatif sistemi belirlemek.

Raporlar, Sonuçlar; Modelin çalıştırılması ve sonuçlarının elde edilmesinden sonra, toplanan bilgilerin ve varılan sonuçların karar vericiye sunulması. Simülasyon modelini yazımı için öncelikle Boya terbiye işletmesindeki iş akışı çıkarılmış ve bu iş akışı ARENA 8.0 paket programında düzenlenmiştir (Öztürk, 2005).

3.2.3.2. Boya Terbiye İşletmesi Simülasyonu

Boya terbiye işletmesinde taleplerin sabit olmayıp trende ve mevsimsel etkilere göre değiştiği STATISTICA adlı paket programla belirlendi. Simülasyonu oluştururken değişken talep büyüklüğü esas alınarak öncelikle talebin ve de talepler için gelişler arası sürenin hangi dağılımlara uyduğunu belirlemek gerekmektedir. Simülasyonda ARENA 8.0. paket programı kullanılmıştır. Burada programın tüm girişleri, seçilen unsurlar verilmiştir.

Talebin gelişler arası süresi için exponential yani üstel dağılım seçilir. Üstel dağılımın uygulama alanları sabit bir hızda sisteme ulaşan müşterilerin gelişler arası süreleri şeklindedir. Seçilen işletmede müşterilerden gelen talepler yapılan gözlemler dahilinde ortalama 6 saatte bir olmaktadır. Yani seçilen dağılıma göre taleplerin gelişler arası süresi expo 0.25 gün(6 saat) olarak belirtilir.

Create başlangıç modülüyle talep entity(değişken) olarak belirtilip gelişler arası süre sisteme girilir. Create modülü şekil 3.43.'te gösterilmiştir.

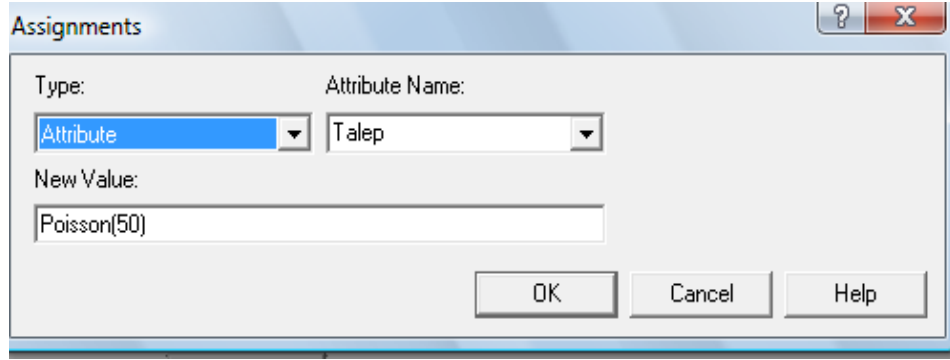
Şekil 3.43. Create Modülünün Uygulanması

Talep büyüklüğü ise poisson dağılıma uyan bir dağılımdır. Poisson dağılımı belli bir zaman aralığında sabit bir hızda oluşan bir olayın oluşma sayısı; rastgele büyüklükteki bir partideki parça sayısı; talep miktarı şeklinde uygulama alanları

bulunan bir dağılım türüdür. Buradaki talep miktarının ortalama değışimi ise geçmiş verilerden de yararlanılarak 50 m etrafında olduğu belirlenmiştir.

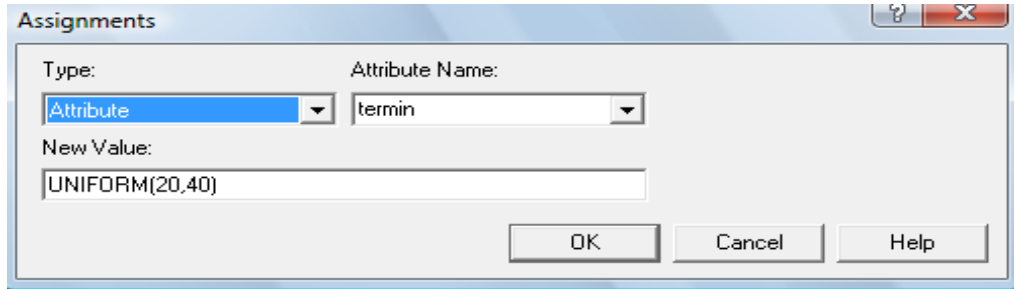
Termin ise müşterilerden gelen talepler doğrultusunda 20 gün ile 40 gün arasında değışen uniform dağılıma uymaktadır.

Seçilen assign modülüyle hem talep büyüklüğü için hem de termin zamanı için atamalar yapılmıştır. Şekil 3.44 ve 3.45.sırasıyla değışken talebin ve termin zamanının atanmasını göstermektedir. Şekil 3.46 ise talep büyüklüğünün uygulanışını göstermektedir.



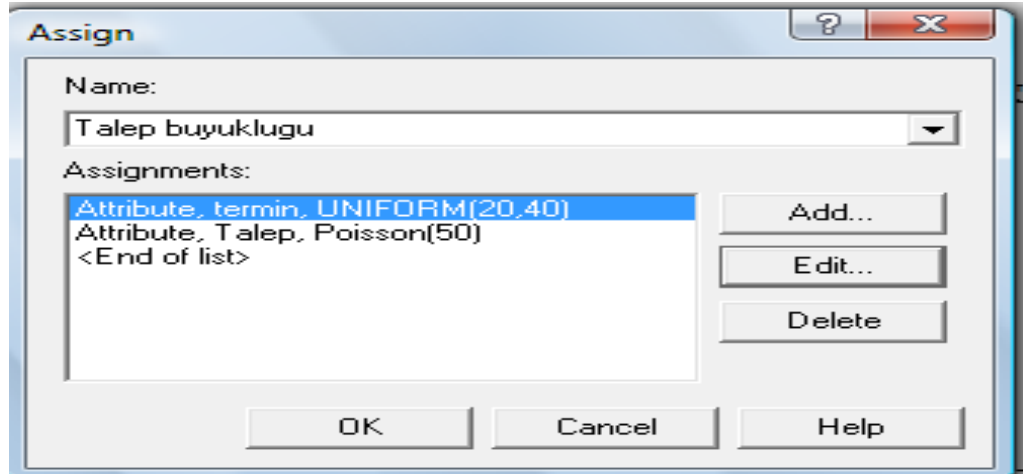
The screenshot shows a software window titled "Assignments". It contains two dropdown menus: "Type" and "Attribute Name". The "Type" dropdown is set to "Attribute". The "Attribute Name" dropdown is set to "Talep". Below these, there is a text field labeled "New Value:" containing the text "Poisson(50)". At the bottom right, there are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

Şekil 3.44. Değışken Talebin Atanması



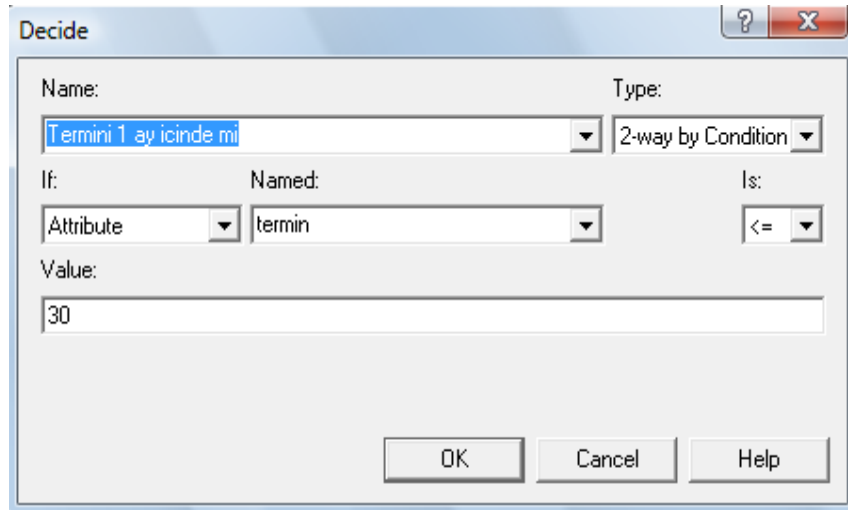
The screenshot shows a software window titled "Assignments". It contains two dropdown menus: "Type" and "Attribute Name". The "Type" dropdown is set to "Attribute". The "Attribute Name" dropdown is set to "termin". Below these, there is a text field labeled "New Value:" containing the text "UNIFORM(20,40)". At the bottom right, there are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

Şekil 3.45. Termin Atanması

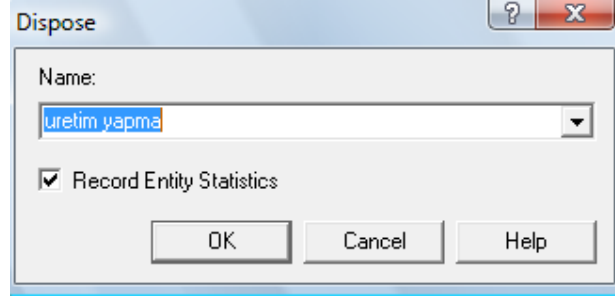


Şekil 3.46. Talep Büyüklüğü Atamasının Uygulanışı

Seçilen decide modülüyle karar aşamasına geçilir. Temrini 1 ay içerisindeki ürünlerin üretimi yapılırken diğerlerinin üretiminin yapılmayacağı komutu verilir. Şekil 3.47 termin karar modülünün uygulanışı, 3.48 ise dispose modülünün uygulanış biçimini vermektedir.



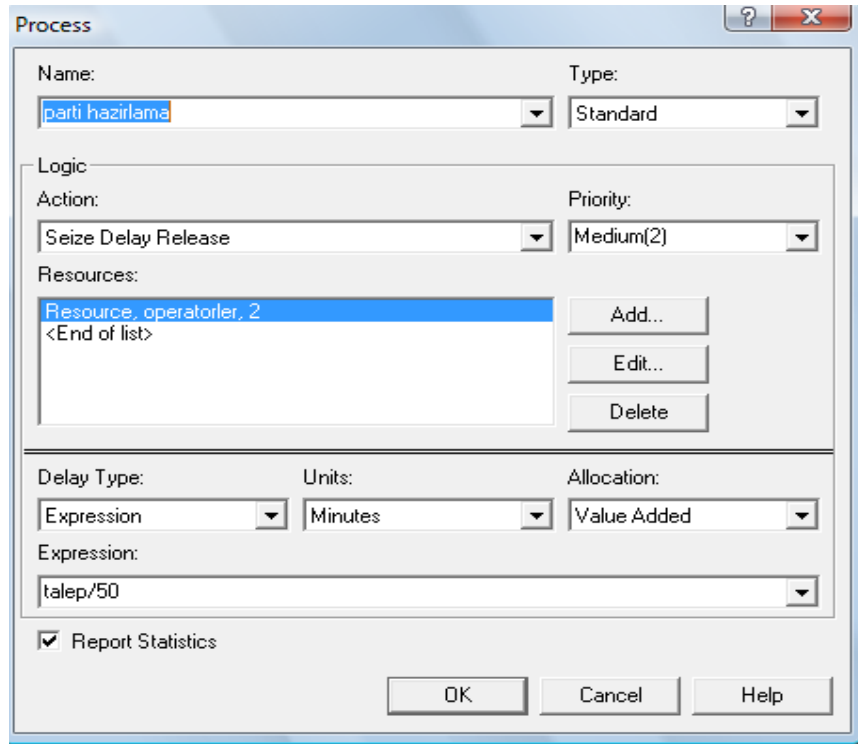
Şekil 3.47. Termin Karar Modülünün Uygulanışı



Şekil 3.48. Dispose Modülünün Uygulanışı

Termini 1 ay içerisinde olan siparişler üretim hattına alınır ve iş akışına göre ilgili proseslerden geçirilir. Parti hazırlama ve yakma prosesleri ortak işlemlerdir ve hem elyaf boyalı kumaşlarda hem de tops boyalı kumaşlarda öncelikli olarak yapılır.

Parti hazırlama işlemi 50 m/dk ile gerçekleşmektedir. İşlem süresi dakikada gelen talebin 50 m'ye bölümüyle bulunur. Parti hazırlama makinesinde 2 operatör bulunmaktadır. Bu nedenle 2 kaynak ataması yapılmıştır. Gösterimi şekil 3.49 'daki şekildedir.



Şekil 3.49. Parti hazırlama Prosesinin Uygulanışı

Yakma işlemi ise 120 m/dk ile gerçekleşmektedir. Makine 1 operatör ile çalıştığından tek kaynak ataması yapılmıştır. Gösterimi şekil 3.50.'de verilmiştir.

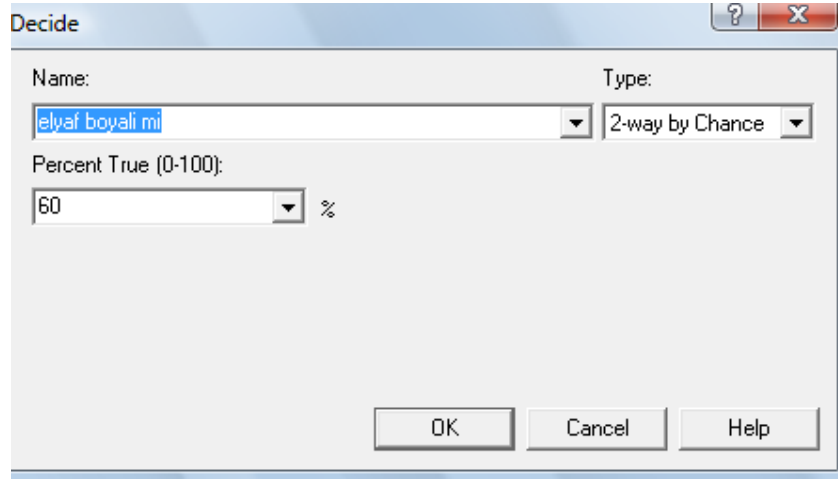
Şekil 3.50. Yakma Prosesinin Uygulanışı

Modelde 4 yerde maliyet hesaplaması yapılmıştır. İlk hesaplama parti hazırlama ve yakma işlemlerinden geçen her kumaşın, kumaş türüne göre ayrımı yapılmadan ne kadar maliyeti olduğudur. Şekil 3.51.ile gösterilmiştir. Parti hazırlama maliyeti 3 TL/m, yakma işlemi de 5 TL/m olduğundan atama aşağıdaki şekilde gerçekleşmiştir.

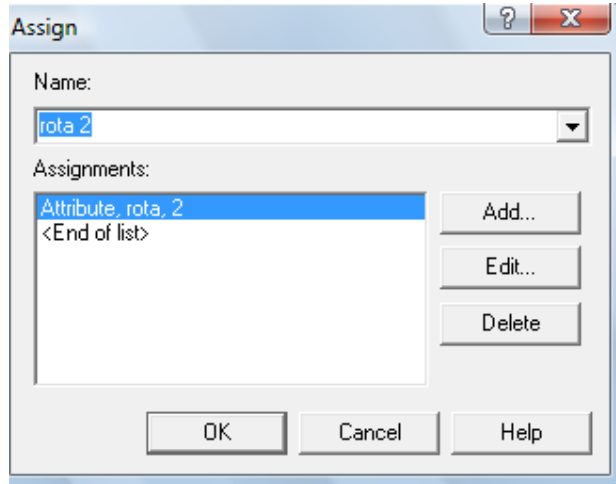
Şekil 3.51. Maliyet 1 Ataması

Boya terbiye işletmesi akışına göre bu noktada kumaş türü belirlenmelidir. Kumaşın elyaf boyalı olup olmadığına göre izlenecek prosesler farklıdır. Bu durumda 2 rota ataması da yapılır ve kumaşın türüne göre maliyet hesaplamaları gerçekleştirilir.

İncelenen işletmede gelen taleplerin % 60'ı elyaf boyalı, %40'ı tops boyalıdır. Kumaş türü seçimi şekil 3.52.'de verilmiştir. Şekil 3.53.'te ise elyaf boyalı kumaş için rota ayrımı yapılmıştır.



Şekil 3.52. Kumaş Türü Seçimi



Şekil 3.53. Rota 2 Ataması

Eğer incelenen kumaş elyaf boyalı değil de tops boyalı ise öncelikle hazırlık proseslerinden yani haşıl sökme (50 m/dk) , kasar (20 m/dk), merserize (35 m/dk), merserize sonu kurutma(30 m/dk), boyama(20 m/dk) geçmelidir. Bu prosesler sırasıyla şekil 3.54. , 3.55., 3.56., 3.57., 3.58.'de gösterilmiştir.

The screenshot shows a 'Process' dialog box with the following fields and options:

- Name:** haşıl sökme
- Type:** Standard
- Logic:**
 - Action:** Seize Delay Release
 - Priority:** Medium(2)
- Resources:**
 - Resource, operatorler, 1
 - <End of list>
 - Buttons: Add..., Edit..., Delete
- Delay Type:** Expression
- Units:** Minutes
- Allocation:** Value Added
- Expression:** talep/50
- ☒ Report Statistics
- Buttons:** OK, Cancel, Help

Şekil 3.54. Haşıl Sökme Prosesinin Uygulanışı

The 'Process' dialog box is shown with the following settings:

- Name:** kasar
- Type:** Standard
- Logic:**
 - Action:** Seize Delay Release
 - Priority:** Medium(2)
 - Resources:** Resource_operatorler_2, <End of list>
 - Buttons:** Add..., Edit..., Delete
- Delay Type:** Expression
- Units:** Minutes
- Allocation:** Value Added
- Expression:** talep/20
- Report Statistics:** ☒
- Buttons:** OK, Cancel, Help

Şekil 3.55. Kasar Prosesinin Uygulanışı

The 'Process' dialog box is shown with the following settings:

- Name:** merserize
- Type:** Standard
- Logic:**
 - Action:** Seize Delay Release
 - Priority:** Medium(2)
 - Resources:** Resource_operatorler_1, <End of list>
 - Buttons:** Add..., Edit..., Delete
- Delay Type:** Expression
- Units:** Minutes
- Allocation:** Value Added
- Expression:** talep/35
- Report Statistics:** ☒
- Buttons:** OK, Cancel, Help

Şekil 3.56. Merserize Prosesinin Uygulanışı

The 'Process' dialog box is shown with the following settings:

- Name:** mer.sonu kurutma
- Type:** Standard
- Logic:**
 - Action:** Seize Delay Release
 - Priority:** Medium(2)
 - Resources:** Resource, operatorler, 2 (selected), <End of list>
- Delay Type:** Expression
- Units:** Minutes
- Allocation:** Value Added
- Expression:** talep/30
- ☒ Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

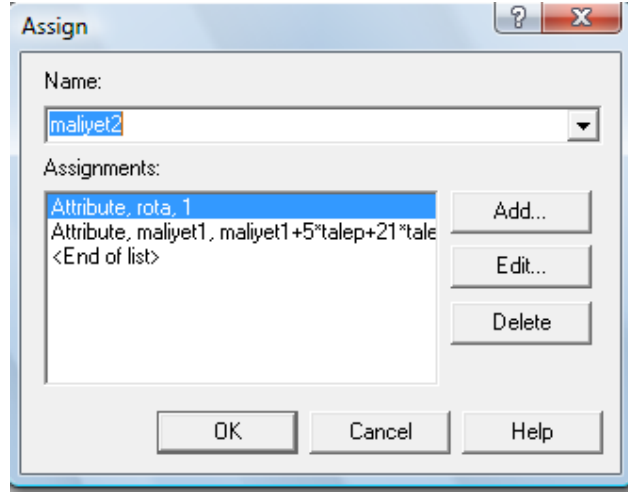
Şekil 3.57. Merserize Sonu Kurutma Prosesinin Uygulanışı

The 'Process' dialog box is shown with the following settings:

- Name:** boyama
- Type:** Standard
- Logic:**
 - Action:** Seize Delay Release
 - Priority:** Medium(2)
 - Resources:** Resource, operatorler, 2 (selected), <End of list>
- Delay Type:** Expression
- Units:** Minutes
- Allocation:** Value Added
- Expression:** talep/20
- ☒ Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

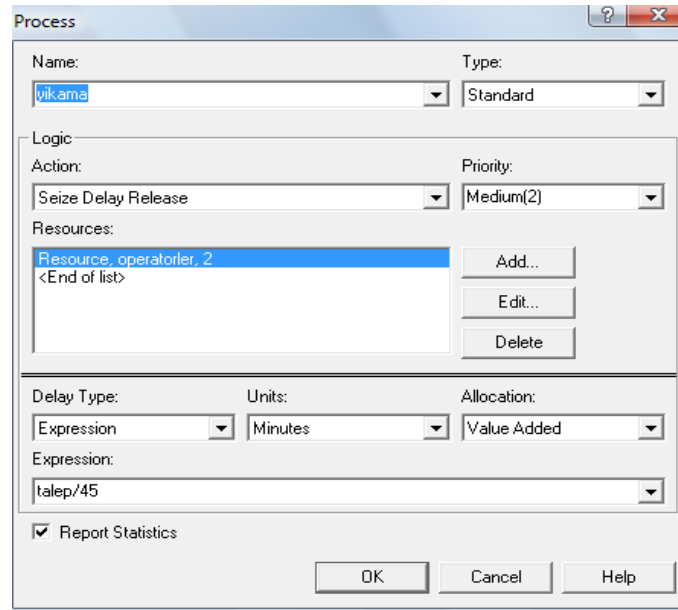
Şekil 3.58. Boyama Prosesinin Uygulanışı



Şekil 3.59. Maliyet 2 Atanması

Maliyet ikinci kez bu noktada hesaplanmıştır.(şekil 3.59) Bu aşamaya kadar olan tüm proseslerin maliyetleri eklenmiştir.

İncelenen kumaş türü elyaf boyalı ise yıkama(45 m/dk), kurutma(30 m/dk) ve apre(30 m/dk) işlemlerinden direkt geçer, tops boyalı kumaşlar ise yukarıda belirtilen hazırlık işlemlerinden geçtikten sonra aynı proseslere devam eder. Bahsedilen prosesler şekil 3.60.,3.61. ve 3.62.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.60. Yıkama Prosesinin Uygulanışı

The 'Process' dialog box is shown with the following settings:

- Name:** kurutma
- Type:** Standard
- Logic:**
 - Action:** Seize Delay Release
 - Priority:** Medium(2)
 - Resources:** Resource, operatorler, 2
- Delay Type:** Expression
- Units:** Minutes
- Allocation:** Value Added
- Expression:** talep/30
- ☒ Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

Şekil 3.61. Kurutma Prosesinin Uygulanışı

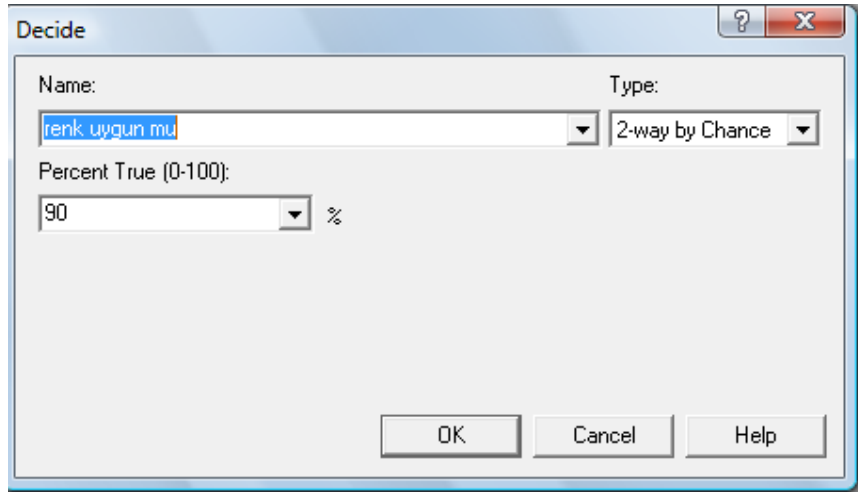
The 'Process' dialog box is shown with the following settings:

- Name:** apre
- Type:** Standard
- Logic:**
 - Action:** Seize Delay Release
 - Priority:** Medium(2)
 - Resources:** Resource, operatorler, 2
- Delay Type:** Expression
- Units:** Minutes
- Allocation:** Value Added
- Expression:** talep/30
- ☒ Report Statistics

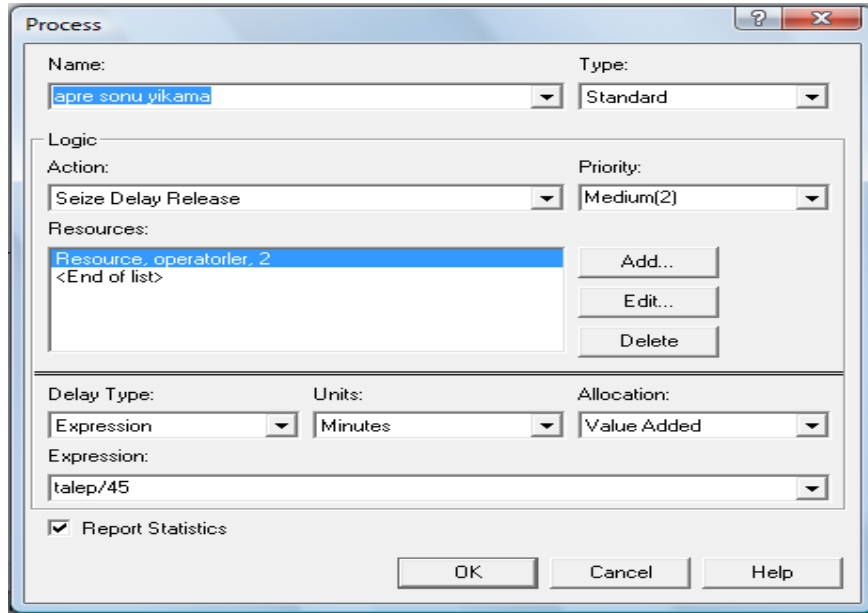
Buttons: OK, Cancel, Help

Şekil 3.62. Apre Prosesinin Uygulanışı

Boya terbiye işletmesinde apre işleminden çıkan kumaşın renk uygunluğu kontrol edilir. Eğer renk sarı bulunursa tekrar bir yıkama, kurutma yapılması gerekmektedir. Yapılan gözlemler sonucu %90 oranında renk uygunluğu sağlanmaktadır. Şekil 3.63. renk kontrolü karar modülünü göstermektedir. Rengin uygun bulunmaması durumunda gerçekleşecek prosesler ise şekil 3.64. ve 3.65.'te verilmiştir.



Şekil 3.63. Renk Uygunluğunun Kontrolü



Şekil 3.64. Apre Sonu Yıkama Prosesinin Uygulanışı

Process

Name: Type:

Logic

Action: Priority:

Resources:

- Resource, operatorler, 2
- Resource, Resource 2, 1
- <End of list>

Buttons: Add..., Edit..., Delete

Delay Type: Units: Allocation:

Expression:

☒ Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

Şekil 3.65. Apre Sonu Kurutma Prosesinin Uygulanışı

Assign

Name:

Assignments:

- Attribute, maliyet1, maliyet1+14*talep
- <End of list>

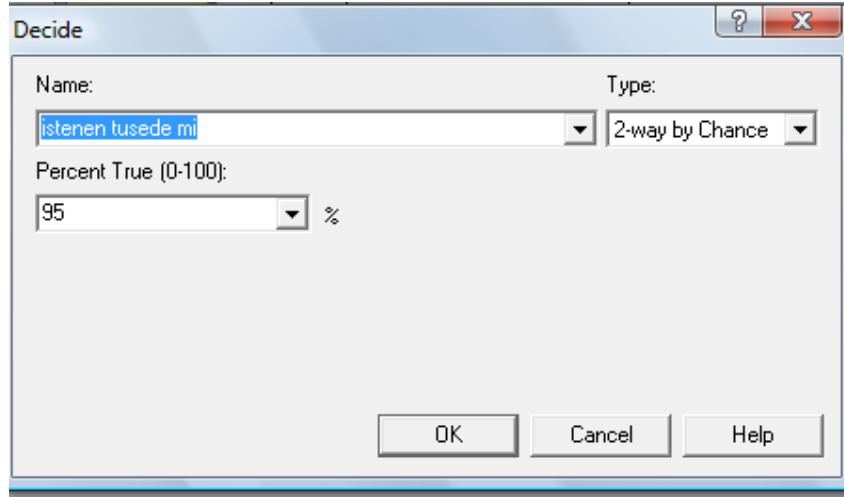
Buttons: Add..., Edit..., Delete

Buttons: OK, Cancel, Help

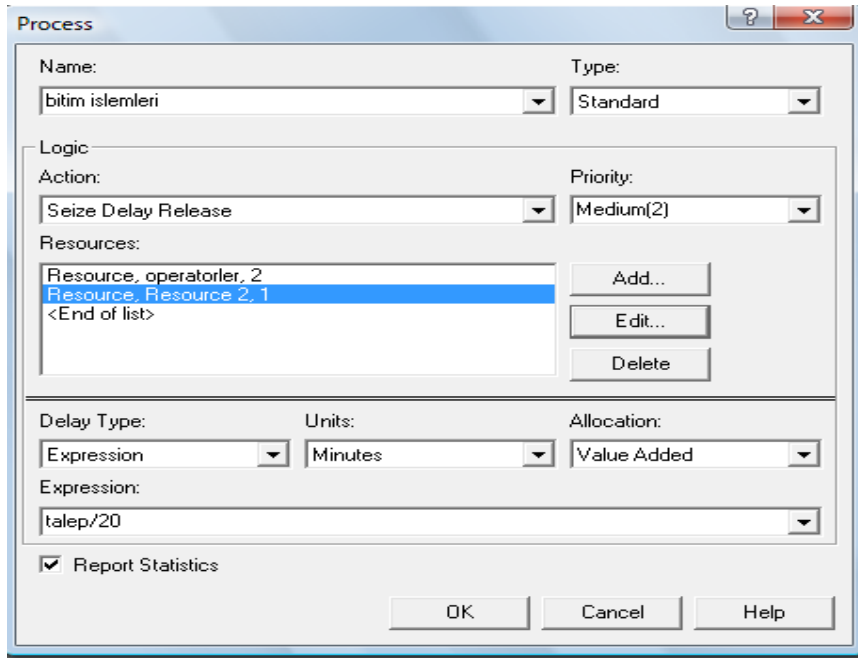
Şekil 3.66. Maliyet 3 Atanması

Şekil 3.6.6 tuşe kontrolüne kadar uygulanan işlemlere ait maliyet hesabını göstermektedir.

Kumaşın istenilen tuşede olması müşteri memnuniyeti açısından çok önemlidir. İncelenen işletmede bu özellik %95 oranında sağlanmakta ancak yine de gereken durumlarda kimyasal veya mekanik bitim işlemleri yapılarak ürün katlamaya ulaştırılmaktadır. Şekil 3.67, 3.68., 3.69. ve 3.70 sırasıyla ilgili proseslerin gösterimidir.



Şekil 3.67. Tuşe Kontrolü



Şekil 3.68. Bitim İşlemleri Prosesinin Uygulanışı

Process

Name: Type:

Logic

Action: Priority:

Resources:

<End of list>

Add... Edit... Delete

Delay Type: Units: Allocation:

Expression:

☒ Report Statistics

OK Cancel Help

Şekil 3.69. Katlama Prosesinin Uygulanışı

Assign

Name:

Assignments:

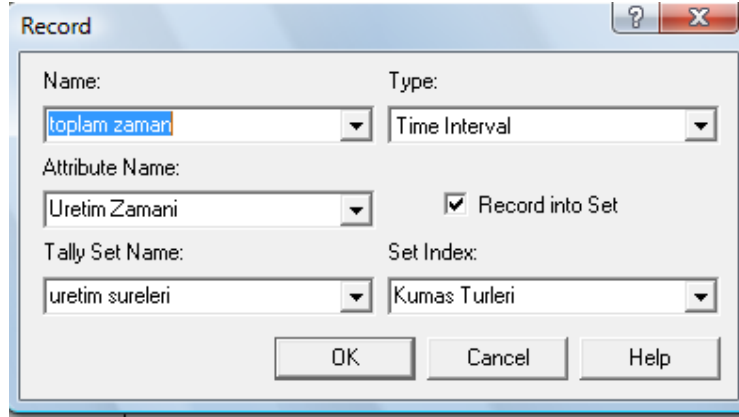
<End of list>

Add... Edit... Delete

OK Cancel Help

Şekil 3.70. Maliyet 4 Atanması

Modelde en son olarak da hem kumaş türüne göre hem rotaya göre maliyet ve süreler hesaplanmıştır. Şekil 3.71.,3.72.,3.73.,3.74. zaman ve maliyet hesaplamaların yapıldığı modülleri göstermektedir.

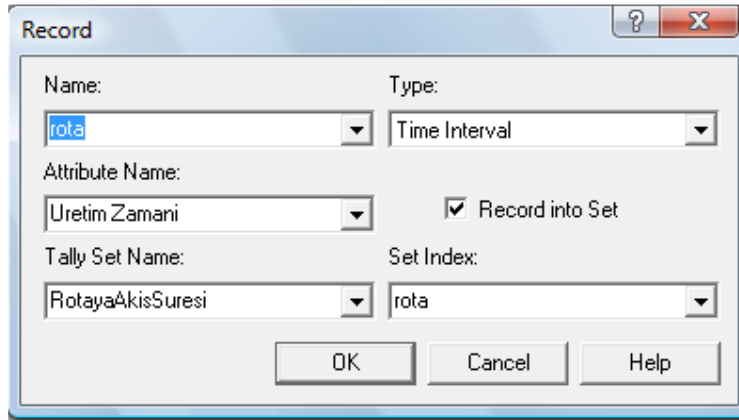


The 'Record' dialog box is shown with the following settings:

- Name:** toplam zaman
- Type:** Time Interval
- Attribute Name:** Uretim Zamani
- Record into Set:** ☒
- Tally Set Name:** uretim sureleri
- Set Index:** Kumas Turleri

Buttons: OK, Cancel, Help

Şekil 3.71. Toplam Zamanın Kaydedilmesi

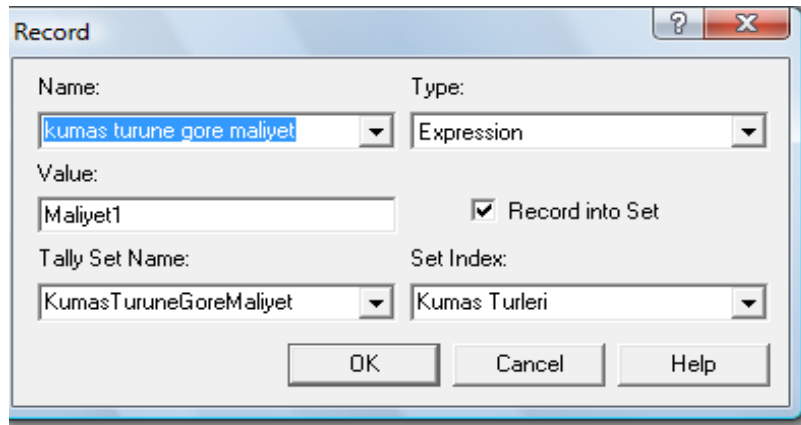


The 'Record' dialog box is shown with the following settings:

- Name:** rota
- Type:** Time Interval
- Attribute Name:** Uretim Zamani
- Record into Set:** ☒
- Tally Set Name:** RotayaAkisSuresi
- Set Index:** rota

Buttons: OK, Cancel, Help

Şekil 3.72. Rotaya Göre Akış Süresinin Belirlenmesi

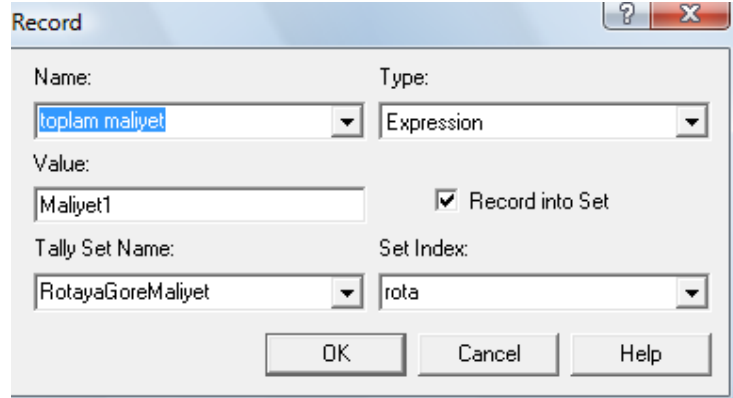


The 'Record' dialog box is shown with the following settings:

- Name:** kumas turune gore maliyet
- Type:** Expression
- Value:** Maliyet1
- Record into Set:** ☒
- Tally Set Name:** KumasTuruneGoreMaliyet
- Set Index:** Kumas Turleri

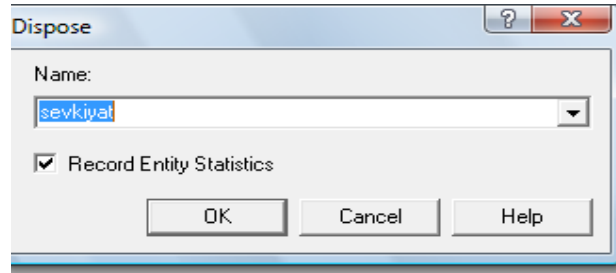
Buttons: OK, Cancel, Help

Şekil 3.73. Kumaş Türüne Göre Maliyetin Belirlenmesi

A screenshot of a 'Record' dialog box. It has a title bar with a question mark and a close button. The dialog contains several fields: 'Name:' with a dropdown menu showing 'toplam maliyet'; 'Type:' with a dropdown menu showing 'Expression'; 'Value:' with a text box containing 'Maliyet1'; 'Tally Set Name:' with a dropdown menu showing 'RotayaGoreMaliyet'; and 'Set Index:' with a dropdown menu showing 'rota'. There is a checkbox labeled 'Record into Set' which is checked. At the bottom are three buttons: 'OK', 'Cancel', and 'Help'.

Şekil 3.74. Rotaya Göre Maliyetin Belirlenmesi

Sevkiyat işlemi ile model sonlandırılmıştır. Şekil 3.75. sevkiyat işleminin uygulanışını göstermektedir.

A screenshot of a 'Dispose' dialog box. It has a title bar with a question mark and a close button. The dialog contains a 'Name:' dropdown menu showing 'sevkiyat'. There is a checkbox labeled 'Record Entity Statistics' which is checked. At the bottom are three buttons: 'OK', 'Cancel', and 'Help'.

Şekil 3.75. Sevkiyat İşleminin Uygulanışı

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

İncelenen boya terbiye işletmesinde orta vadeli üretim planlama modeli doğrusal programlama tekniği kullanılarak geliştirilmiştir. Model; işletme için talebin %70'ini oluşturan kumaşlardan ne kadar miktarda üretilmesi gerektiğini göstererek karı maksimize etmeyi hedeflemiş ve sonuca ulaşmıştır. (Canoğlu, Erkan, 1990) Uygulamada 10 farklı kompozisyondaki numune incelenmiştir.

Tekstil işletmesinin yapısına uygun olarak geliştirilen üretim planlamasının matematiksel modeli, endüstriyel uygulamaya örnek teşkil etmektedir. İşletmede karın enbüyüklenmesi hedeflenmiş ayrıca optimum üretim miktarı, işgücü planlaması gibi çok önemli sonuçlar da elde edilmiştir.

Tekstil işletmelerinde talep trend, mevsimsel etkiler gibi nedenlerden dolayı sabit kabul edilmeyip değişken olduğu gerçeği dikkate alınmalıdır. Bu amaçla öncelikle talebin bağlı olduğu etmenler zaman serileri analizi metoduyla belirlenmiş ve talep için uygun olan dağılım seçilmiştir. Talebin değişkenliği bulunan dağılıma dayandırılarak üretim planlamasında benzetim(simülasyon) çalışması yapılmıştır.

4.1. Doğrusal Programlama Tekniği ile Problemin Çözümü

Matematiksel optimizasyon teknikleri kullanılarak doğrusal programlama ve simülasyon yaklaşımlarından yararlanılmıştır. Doğrusal programlama yöntemi için LINGO 11.0 adlı paket program, talep tahminlerini belirleyebilmek için STATISTICA adlı paket program ve de simülasyonu gerçekleştirebilmek için ARENA 8.0 adlı paket programlar kullanılmıştır. Programlar Windows işletim sistemi altında çalışabilmektedir. Modellerin yazımı ekler halinde sunulmuştur.

4.2. Optimum Çözüm

Karın maksimizasyonunu amaçlayan doğrusal programlama modelinde optimum çözüm çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Üretim Planlaması Döneminde Optimum Çözüm

Amaç Fonksiyonu(maksimum kar)	2196.700 (Milyon TL/ay)
--------------------------------------	--------------------------------

4.3. Optimum Üretim Miktarı

Boya terbiye işletmesinde incelenen dönem için belirli talepler altında üretilmesi gereken optimum üretim miktarı Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Plan Döneminde Optimum Kumaş Üretim

Numune Kodu	Talep Miktarı(m/ay)	Optimum Üretim miktarı(m/ay)	Fark
N1	100000	2000	-98000
N2	150000	183000	+33000
N3	125000	161000	+36000
N4	100000	77000	-23000
N5	250000	85000	-165000
N6	150000	0	-150000
N7	100000	0	-100000
N8	200000	53000	-143000
N9	150000	150000	0
N10	250000	0	-250000

Çizelge 4.2.'de seçilmiş boya-terbiye işletmesindeki incelenen numuneler için aylık talep miktarları ve olması gereken optimum üretim miktarları görülmektedir.(-) işaretli ile görülen farklar ilgili numunelere ait fazla talebin olduğunu,(+) işareti ile görülen farklar ise ilgili numunelere ait stoklu üretimin olduğunu göstermektedir. Optimum üretim miktarının '0' çıkması ise o numunelerden talebin alınmamasını, üretimin yapılmaması gerektiğini gösterir.

Modelin çözümünde 2. ve 3. numuneler için optimum üretimin talep değerinden fazla çıktığı görülmüştür. Bu iki numune de emniyet stoğunun olduğu ürünlerdir. Burada üretim değerine etki eden fark her iki numune için başlangıç stokları ve önceki aylardan devredilen stoktur. Ayrıca 6,7 ve 10 no'lu ürünlerde üretimin yapılmaması gerektiği görülmektedir.

4.4. Optimum İşgücü Seviyeleri

Plan dönemindeki işgücü dağılımı her numune için normal mesai işgücü seviyesinin 100 kişi olduğu ancak her numunenin de aynı zamanda üretilmemesinden dolayı $W \leq 150$ kısıtı sağlanmış, bulunan sonucun uygunluğu kanıtlanmıştır. Fazla mesainin(O) kısıtının sıfır çıkması nedeniyle fazla mesaiye gerek duyulmamıştır

4.5. Optimum Fason Üretim Miktarı

Çözüm çıktılarında fason üretimi gösteren(P) değerin sıfır çıkması nedeniyle fason üretime gerek olmadığı anlaşılmıştır.

4.6. Numunelerin Belirlenen Talep Tahmin Metodları

Her numune için Basit Üstel Düzeltme Yöntemi, Trend Düzeltmeli Üstel Yöntem ve Tam Winter's modeli kullanılarak talep tahmini yapılmıştır. Bu yöntemler arasında en uygunu analiz edilerek seçilmiştir. Burada tüm numunelerin talep tahmin analizleri verilmemiş olup çalışmayı göstermesi açısından sadece Numune 1 için yer verilmiştir. Diğer numuneler için talep analizleri Ek-3'te görülebilir. Diğer numuneler için bu analizlerden sonra tespit edilen en uygun talep tahminine Bulgular bölümünde sırasıyla yer verilmiştir.

4.6.1. Numune 1 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme

Seçilen herhangi bir numune için (numune 1) tüm çıktılar verilmiştir. Diğer numuneler için sadece uygun tahmin metodlarına ait sonuçlar verilmiş, diğer metodlar Ek-3'te sunulmuştur. Çizelge 4.3. ise Basit Üstel Yöntem Modelinin performans istatistiklerini göstermektedir.

Basit üstel Düzeltme Yöntemine Göre Çıktılar

Performans İstatistikleri

Çizelge 4.3. Basit Üstel Yöntem Modeline Göre Hataların Performans Değerleri

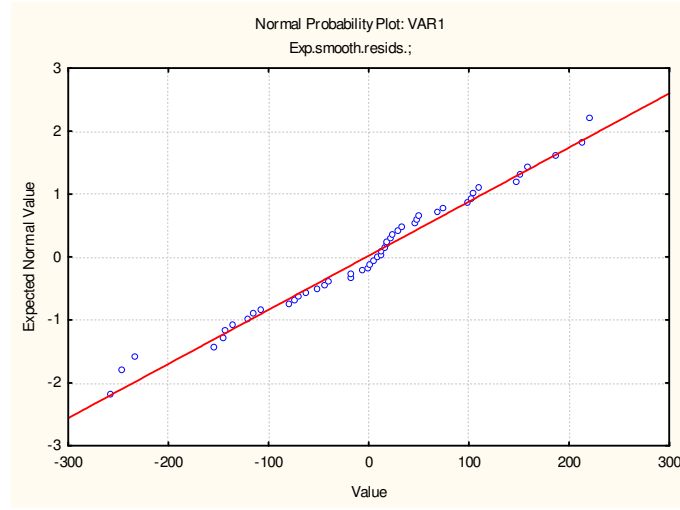
Exponential smoothing: S0=91,07 (Spreadsheet1) No trend,no season; Alpha= ,950 VAR1	
	Error
Mean error (ME)	0,27845081312
Mean absolute error (MAE)	8,11096147552
Sums of squares (SS)	6882,88673711310
Mean square (MS)	114,71477895189
Mean percentage error (MPE)	-0,41568048640
Mean abs. perc. Error (MAPE)	8,83197057395

Performans istatistikleri modelin yanlılığını ya da doğruluğunu ölçmemizi sağlamaktadır.

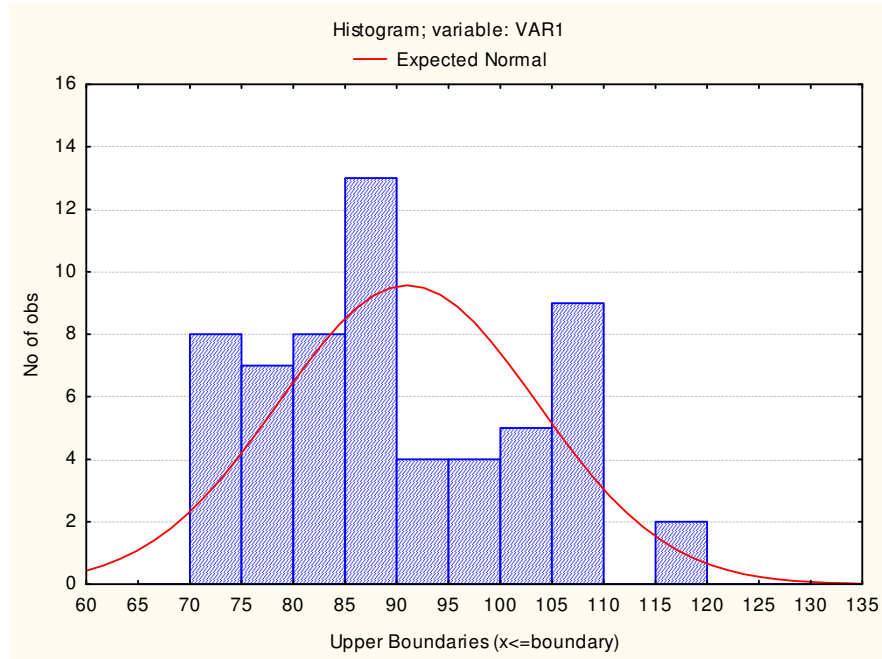
Mean eror: ortalama hatayı verir, modelin yanlılığını gösterir. Negatif yönde bir yanlılık söz konusudur ve de ortalama 0 etrafında dağılmamaktadır. Bu nedenle çok uygun değildir. Eğer alfa değerini daha büyük seçilseydi yanlılık artardı (Öztürk M.,2007

Mean absolute eror; ortalama mutlak hatadır. Modelin her iki yönde mutlak değerini aldığı için yanlılığı değil doğruluğunu ölçer. Bu arada hata karelerinin toplamı, ortalaması ve de ortalama yüzde mutlak hata da yanlılığı ölçemez (Öztürk M., 2007)

Şekil 4.1. tahmin hatalarının normal olasılık grafiğini 4.2. ise tahmin hatalarının histogramını göstermektedir Tahmin hatalarının normal olasılık grafiği incelenirse; değerlerin özellikle ilk dönem ve son dönemlerde çok fazla çizgi dışına çıktığı yani uygun olmadığı söylenir. Bir ara olması gereken olasılık değerleri yakalandıysa da bu model gerçek değerlerin tahminlerden çok farklı olduğunu göstermekte ve yetersiz kalmaktadır.



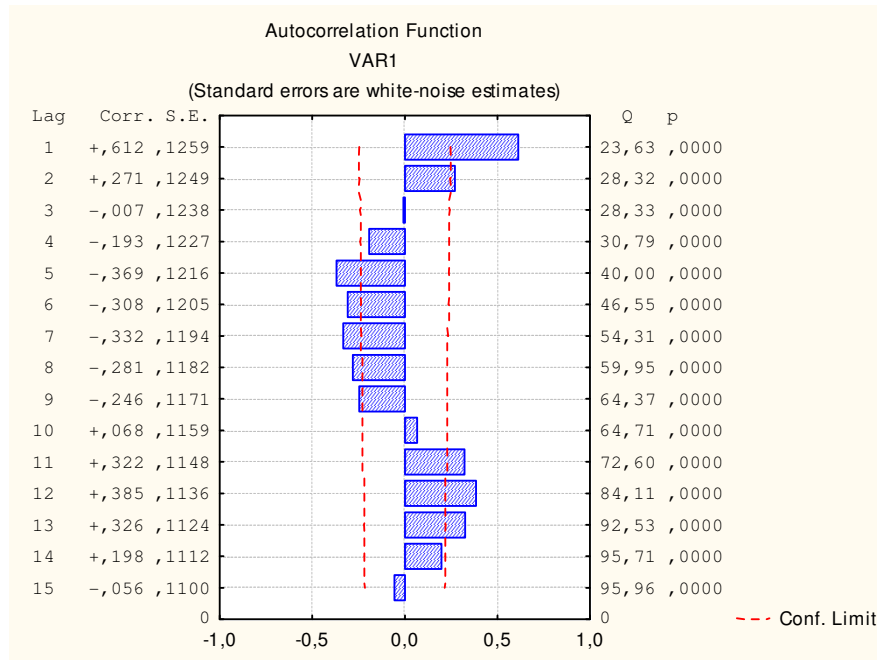
Şekil 4.1. Basit Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği



Şekil 4.2. Basit Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

Tahmin hatalarının histogramı değerlendirildiğinde ise normal olasılık değerlerinden çok fazla sapma olduğu gözlenmekte ve normal dağılıma uymadığı görülmektedir. Bazı yerlerde tahminler olması gerekenin çok üstünde, bazı yerlerde ise talebi karşılayamayacak kadar azdır. Dolayısıyla güvenilir bir tahmin modeli

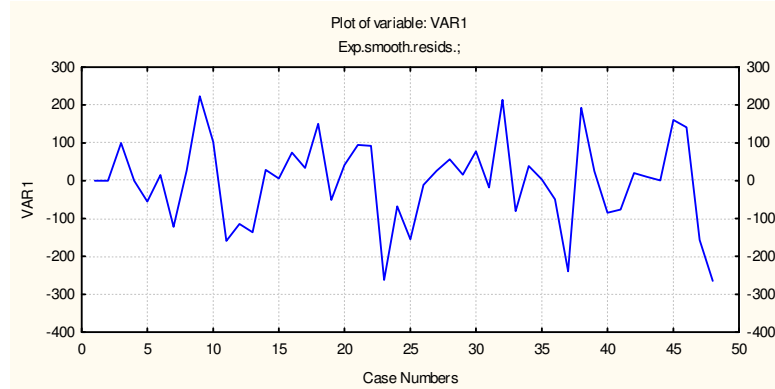
olmadığı bir kez daha görülmektedir ve mevsimsel dalgalanmaları dikkate almadığı için yetersiz kalmaktadır. Şekil 4.3. tahmin hatalarının otokorelasyon grafiği sonuçlarını vermektedir.



Şekil 4.3. Basit Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

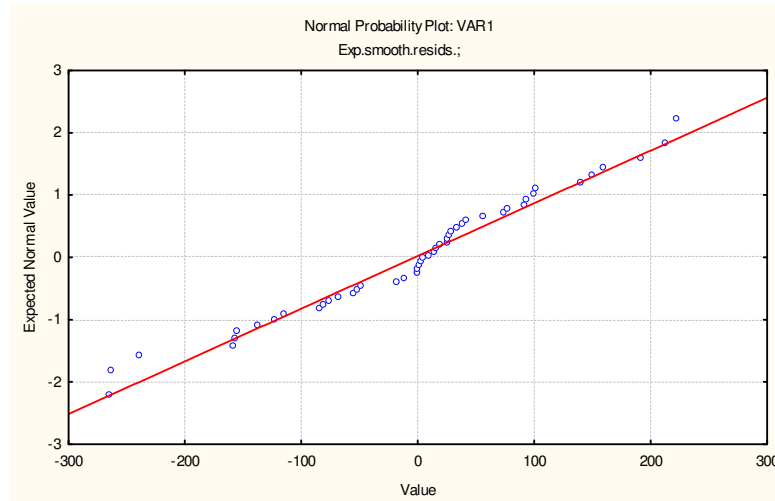
Otokorelasyon grafiği hataların birbiriyle olan ilişkilerini değerlendirir. Bu grafikte kesikli çizgilerle gösterilen değerler kontrol limitleri olup verilerin bu değerler dışına çıkmaması beklenir. Ancak şekilden çok fazla sınır değerlerden taşma görülmüştür. Bu, hem negatif hem pozitif yönde açıkça görülmektedir. Numune 1 için Basit üstel Düzeltme yöntemiyle yapılan tahmin kontrol limitleri dışına çıktığı için tercih edilmeyeceği sonucuna varılmıştır.

Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemi'ne göre çıktılar şekil 4.4.ile gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Zamana Bağlı Grafiği

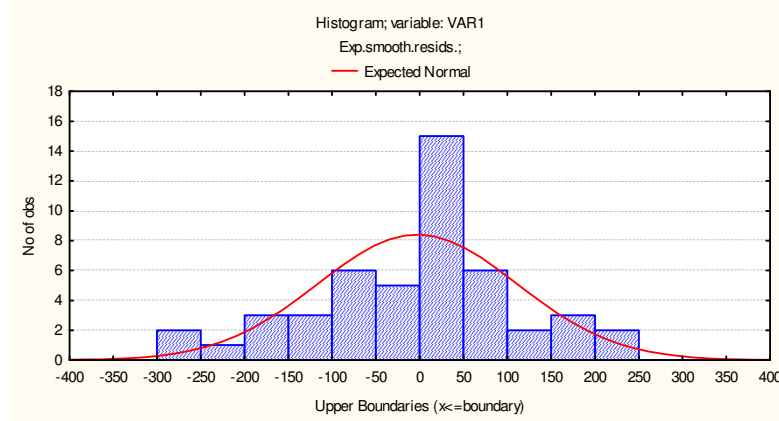
Tahmin hatalarının zamana bağlı grafiği değerlendirildiğinde; basit üstel yöntemden daha iyi bir dağılım ortaya çıkmıştır. Sınır değerleri daha düşük çıkmıştır. Değerler 0 etrafında dizilmektedir. Sapmalar gözlenmektedir. Burada kalıplaşmaya yakınlık gözlenmektedir.



Şekil 4.5. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

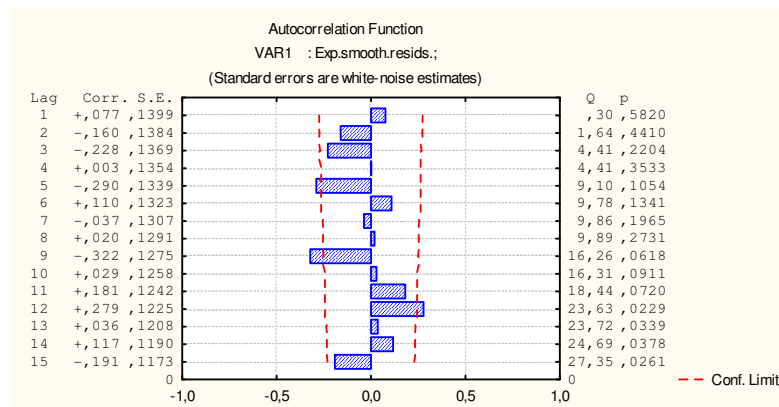
Şekil 4.5. tahmin hatalarının normal olasılık grafiğini göstermektedir. Tahmin hatalarının normal olasılık grafiğinde basit üstel düzeltme yöntemine göre daha iyi

olduğu söylenebilir. Yine özellikle ilk ve son yıllarda sapmalar yine söz konusudur. Hatalar ± 100 etrafında dağılmaktadır.



Şekil 4.6. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

Tahmin hatalarının histogramı(şekil 4.6.) normal standart dağılıma az da olsa uymaktadır. Blokların çizgi dışına fazla çıkması talep fazlalığı oluşumunu gösterir. Bununla birlikte bazı noktalarda ise talebin karşılanamaması durumu söz konusudur. Özellikle 0-50 bölgesinde gerçekleşen hata değerlerinde çok büyük bir artış vardır.

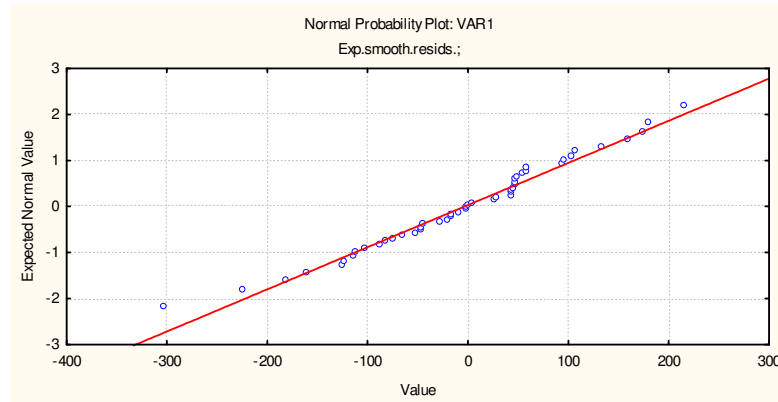


Şekil 4.7. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

Otokorelasyon grafiği şekil 4.7. 'de verilmiştir. Grafiğe göre verilerden kontrol dışında olan veri sayısı fazladır. Hem pozitif hem negatif yönde sapmalar vardır. Ancak bu durum, hataların ilişkilerini verdiği için çok fazla

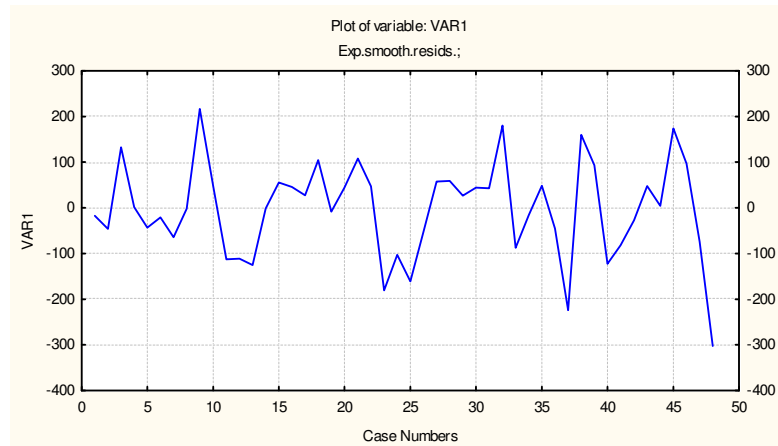
önemsenmeyebilir. Basit üstel düzeltme yöntemindeki otokorelasyon gibi sinüsoidal kalıplaşma yine etkisini göstermektedir. Bu durum modele mevsimsel değişimlerin dahil edilmemesinden kaynaklanmış olabilir.

Tam Winter's Modeli'ne göre çıktılar şekil 4.8.'de verilmiştir. Şekil 4.9.'da ise tahmin hatalarının normal olasılık grafiği verilmiştir.



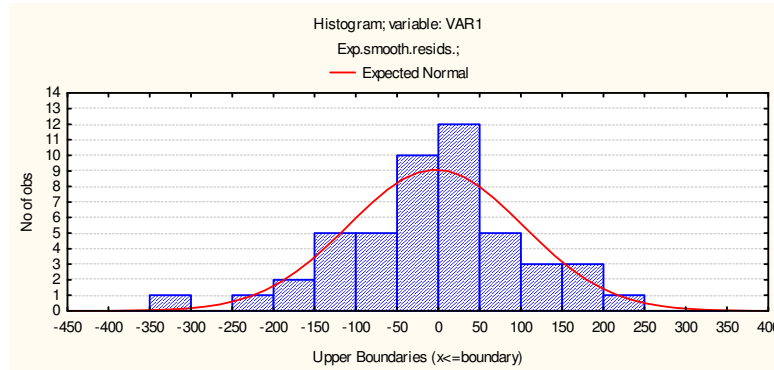
Şekil 4.8. Tam Winter's Modeline Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

Tahmin hatalarının olasılık değeri ilk yıllarda sapmalar gösterse de kabul edilebilir seviyededir. Bu da modelin yeterliliği için bir örnektir.



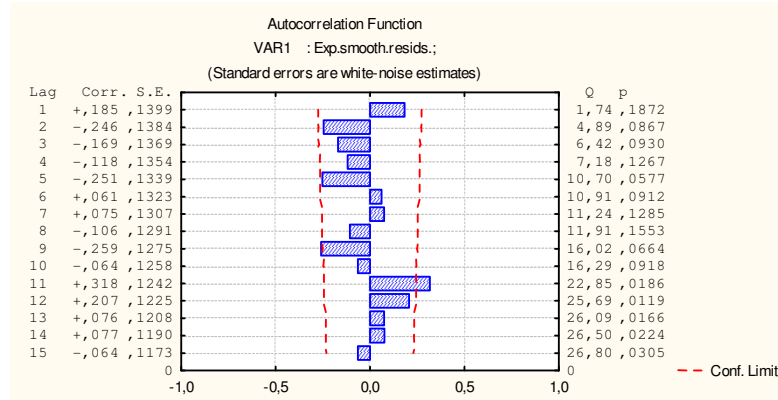
Şekil 4.9. Tam Winter's Modeline Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

Tahmin hatalarının zamana bağlı grafiği belli bir bant genişliği içinde sayılabilir. Ancak, rastgele ve belli bir kalıba uymayan bir dağılım görülmektedir. Hatalar, sıfır değerinin altında ve üstünde herhangi bir kurala uymadan, varyansı yavaşça büyüyerek, rastgele dağılmaktadır. Fakat bu grafik hata grafiği olduğu için tek başına anlam ifade etmemektedir.. Hata oranları -300 ve +300 sınırlarına kadar ulaşmıştır. - 300 ve +300 değerlerine olan hata çıkışı trendin o bölgede düşerken aniden yükselmesinden kaynaklanmaktadır. Bu durum talebin aniden düşmesinden kaynaklanabileceği gibi mevsimsel etkilerden de kaynaklanmış olabilir. Grafikten ani düşme ve yükselme ayları aralığı 3-5 ay gibi görülmüştür. Bu aralık talepte mevsimsel değişimi desteklemektedir.



Şekil 4.10. Tam Winter's Modeline Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

Tam winters modeli, dalgalanmaların yıllar bazında artacağı var sayımı üzerine kuruludur. Tahmin hatalarının histogramı şekil 4.10. ile gösterilmiş ve normal standart dağılıma kısmen uymaktadır. Trend düzeltmeli üstel düzeltme yönteminde olduğu gibi bazı noktalarda talep fazlalığı oluşumu, bazı noktalarda ise talebin karşılanamaması durumu söz konusudur.



Şekil 4.11. Tam Winter's Modeline Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

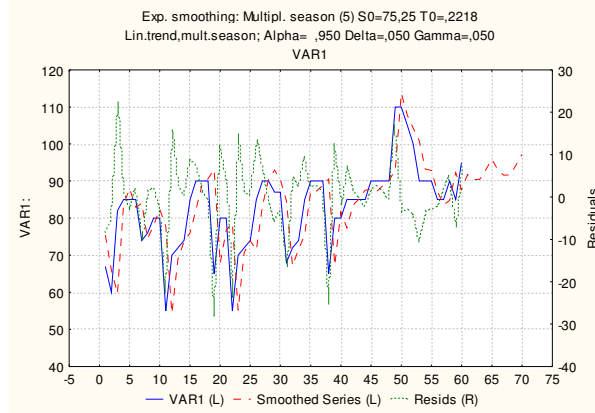
Otokorelasyon grafiği şekil 4.11.'de verilmiştir. Genel olarak veriler kontrol altında çıkmıştır. Kontrol limiterinde 11 numaralı kontrol limitinde pozitif tarafta kontrol dışına çıkma görülmektedir. Herhangi bir sinüsoidal kalıp görülememektedir. Bu da modelin doğruluğunu tekrar kanıtlanmaktadır.

Tüm yöntemler içinde hem baskın trend ve mevsimsel değişimleri göz önünde bulundurduğu için bu model yeterli çıkmıştır.

4.6.2. Numune 2 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme

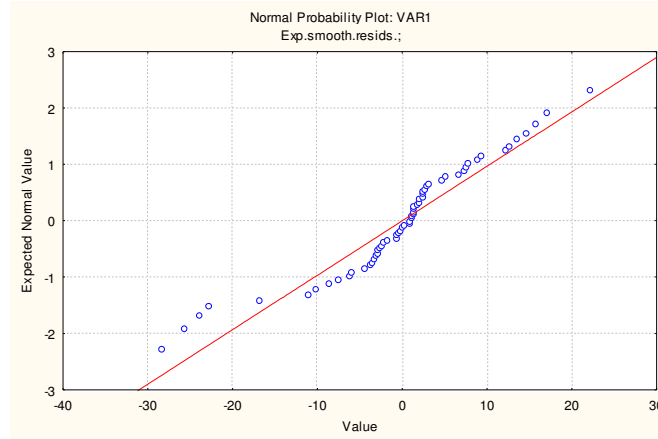
Numune 2 için en uygun tahmin metodu Tam Winters Modeli ile bulunmuştur.

Tam Winters Modeli'ne göre çıktılar sırasıyla şekil 4.12.,4.13.,4.14. ve 4.15'te sırasıyla verilmiştir.



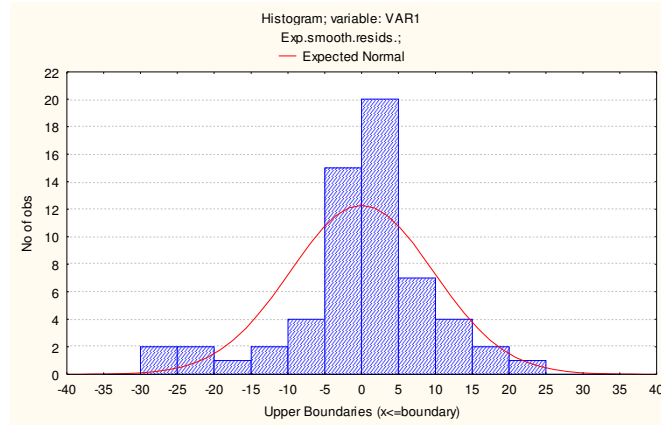
Şekil 4.12. Tam Winter's Modelinden Elde Edilen Tahminler

Grafiğe bakıldığında satış değerleriyle tahmin değerlerinin son derece tutarlı olduğu ve daha çok çakıştığı görülmüştür. Bu da hem mevsimsel etkilerin hem de trendin göz önüne alındığının kanıtıdır. Model son yıllardaki taleplere tepki vermekte biraz daha geç kalmaktadır. Açıkça görülmektedir ki hem trend hem de mevsimsellik birlikte dikkate alındığında en iyi sonuç ortaya çıkmaktadır.



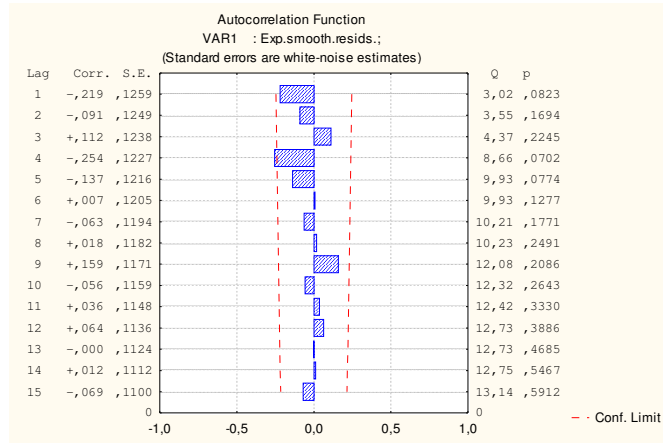
Şekil 4.13. Tam Winters Modeline Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

Tahmin hatalarının olasılık değeri ilk yıllarda sapmalar gösterse de kabul edilebilir seviyededir. Bu da modelin yeterliliği için bir örnektir. Dağılımın kuyruk bölümü yapılması zor olan büyük hataları ifade eder. Normal dağılımın kuyruk bölümünde (ilk yıllar için) küçük sapmalar gözlenmektedir.



Şekil 4.14. Tam Winters Modeline Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

Trend düzeltmeli üstel düzeltme yönteminde olduğu gibi bazı noktalarda talep fazlalığı oluşumu, bazı noktalarda ise talebin karşılanamaması durumu söz konusudur.



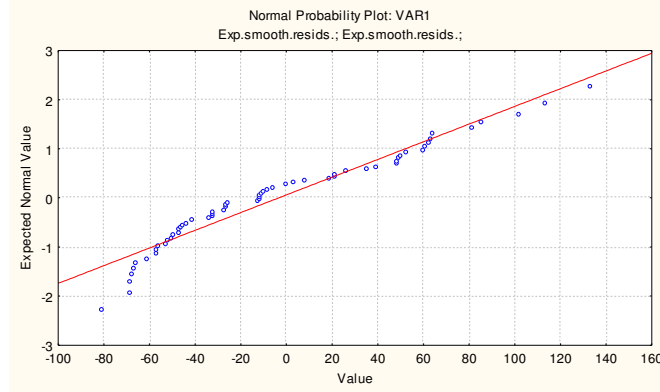
Şekil 4.15. Tam Winters Modeline Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

Otokorelasyon grafiği genel olarak kontrol altında çıkmıştır

4.6.3. Numune 3 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme

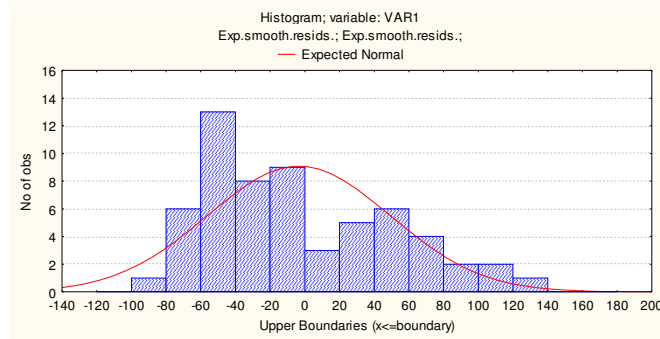
Numune 3 için en uygun sonuç trend düzeltmeli üstel düzeltme yöntemine göre belirlenmiştir.

Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemi'ne göre çıktılar şekil 4.16.,4.17. ve de 4.18.'de gösterilmiştir.



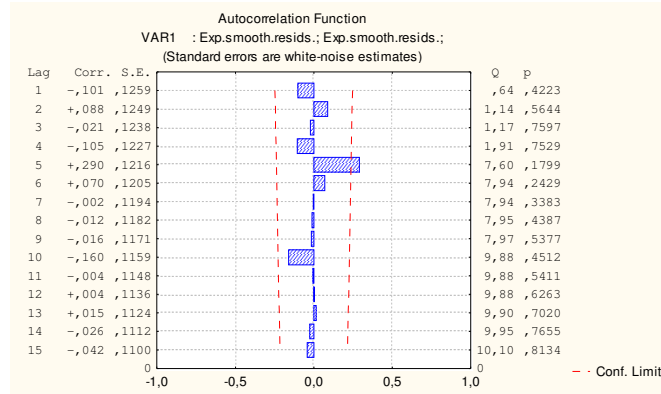
Şekil 4.16. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

Tahmin hatalarının normal olasılık grafiğinde basit üstel düzeltme yöntemine göre daha iyi olduğu söylenebilir. Yine özellikle ilk ve son yıllarda sapmalar yine söz konusudur.



Şekil 4.17. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

Tahmin hatalarının histogramı normal standart dağılıma az da olsa uymaktadır. Ancak özellikle ilk yıllarda gerçekleşen hata değerlerinde çok büyük bir artış vardır.

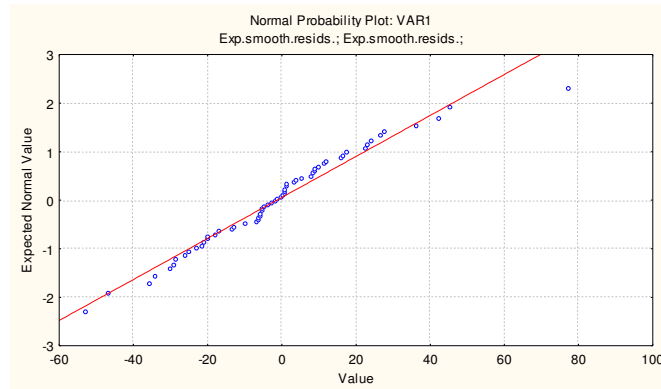


Şekil 4.18. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

Otokorelasyon grafiği neredeyse tamamen kontrol altındadır.

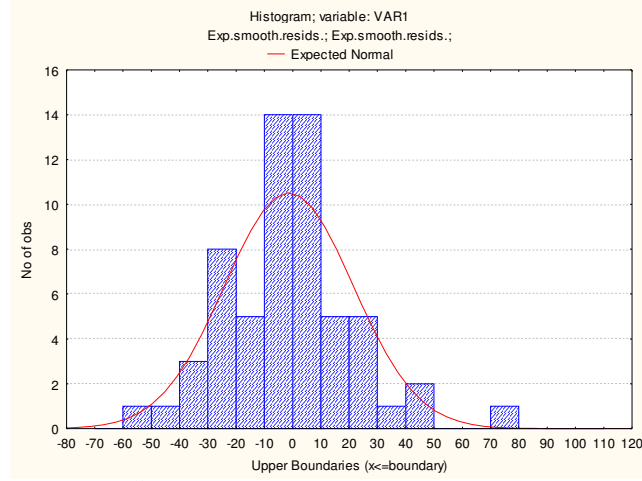
4.6.4. Numune 4 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme

Numune 4 için en uygun sonuç trend düzeltmeli üstel düzeltme yöntemine göre belirlenmiştir. Sonuçlar şekil 4.19.,4.20. ve 4.21.'de gösterilmiştir.



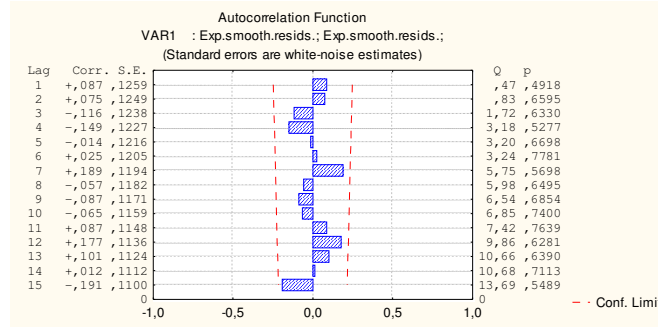
Şekil 4.19. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

Tahmin hatalarının normal olasılık grafiğinde sapmalar yok denecek kadar azdır.



Şekil 4.20. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

Özellikle 0 etrafında gerçekleşen hata değerlerinde çok büyük bir artış vardır. Bu da ani talep değişimlerinden kaynaklanabileceği şeklinde yorumlanabilir. Genel olarak talep değişimleri normal dağılıma uymaktadır.

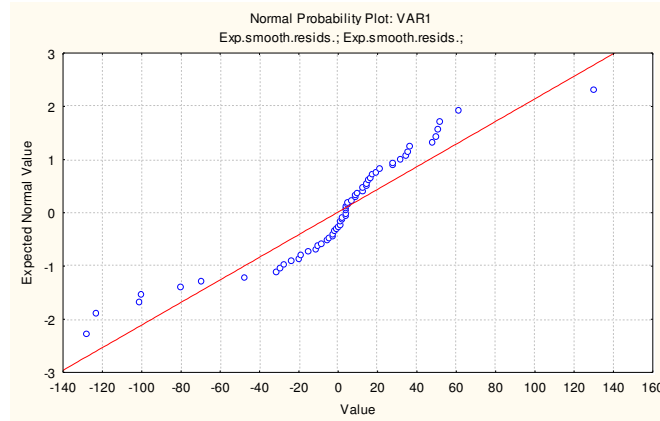


Şekil 4.21. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

Otokorelasyon grafiği tamamen kontrol altındadır.

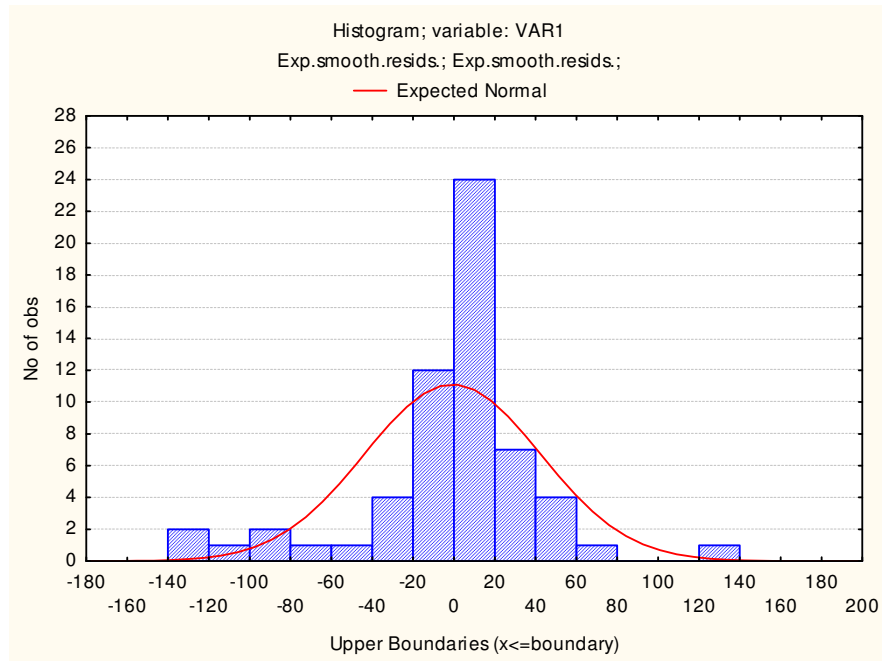
4.6.5. Numune 5 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme

Numune 5 için en uygun sonuç trend düzeltmeli üstel düzeltme yöntemine göre belirlenmiştir. Sonuçlar şekil 4.22.,4.23. ve 4.24. ile gösterilmiştir.



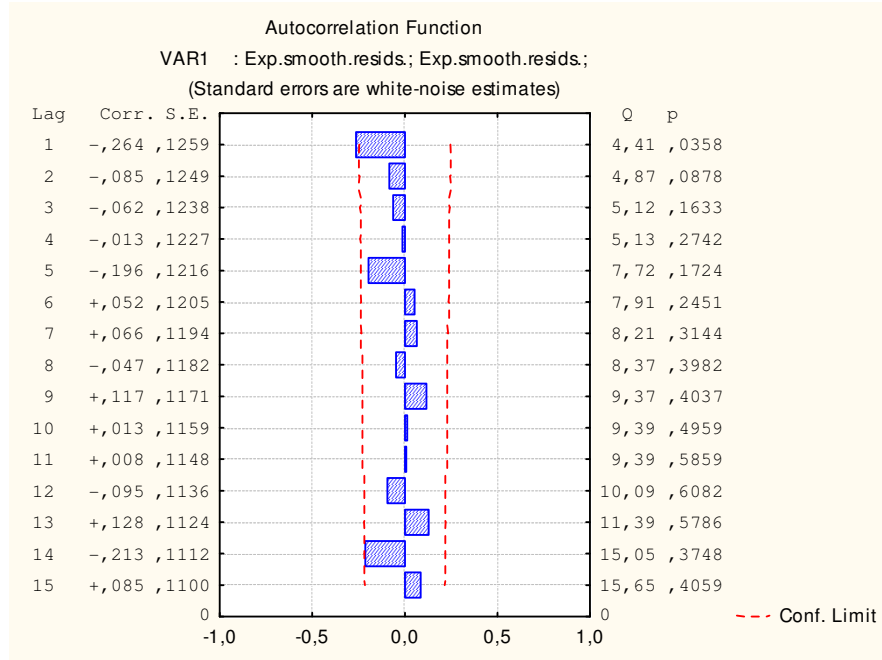
Şekil 4.22. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

Tahmin hatalarının normal olasılık grafiğinde basit üstel düzeltme yöntemine göre daha iyi olduğu söylenebilir.



Şekil 4.23. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

Bazı noktalarda talebin karşılanamaması durumu söz konusudur. Ancak özellikle yine 0 etrafında gerçekleşen hata değerlerinde çok büyük bir artış vardır.

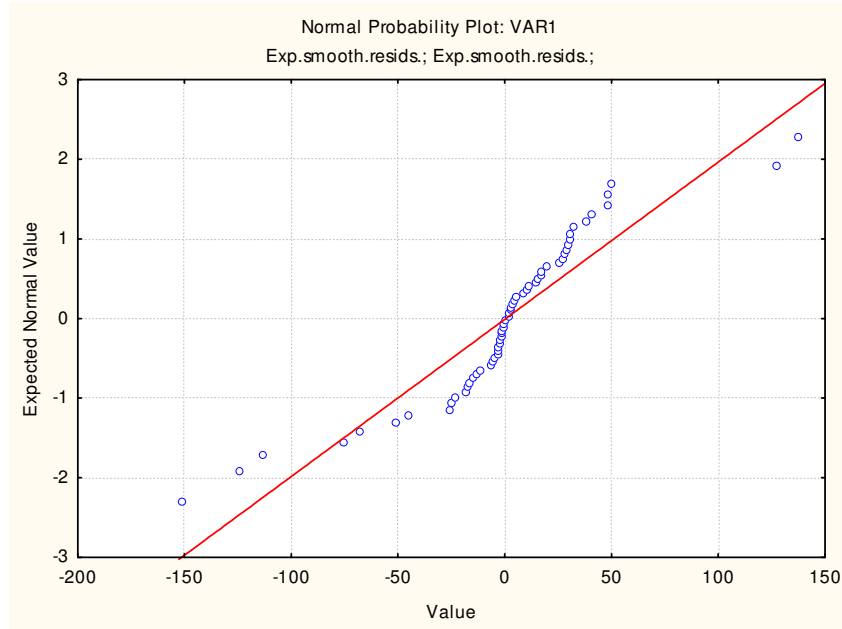


Şekil 4.24. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

Otokorelasyon grafiği neredeyse tamamen kontrol altındadır. Basit üstel düzeltme yöntemindeki otokorelasyon gibi sinüsoidal kalıplaşma etkisini göstermektedir.

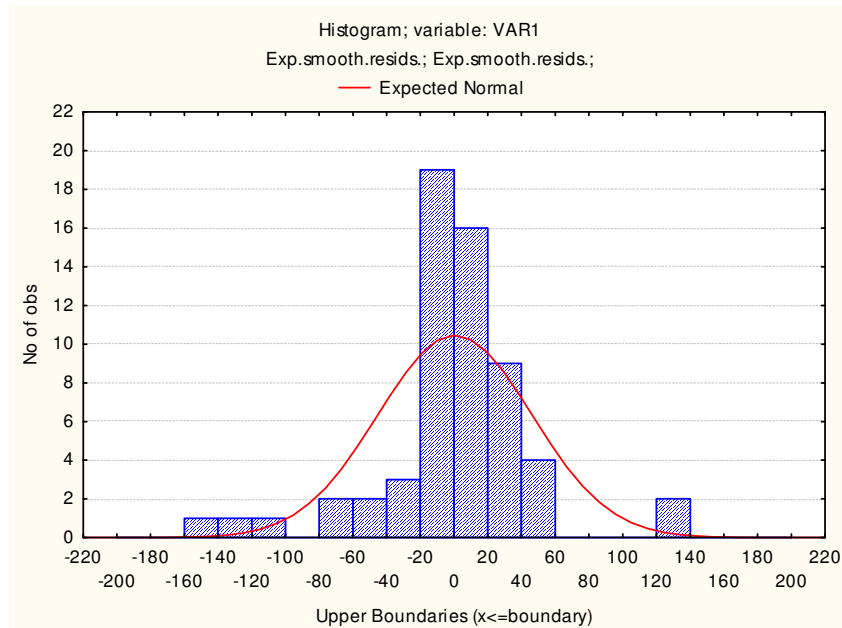
4.6.6. Numune 6 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme

Numune 6 için en uygun sonuç trend düzeltmeli üstel düzeltme yöntemine göre belirlenmiştir. Çıktılar şekil 4.25.,4.26.,4.27.olarak sunulmuştur.



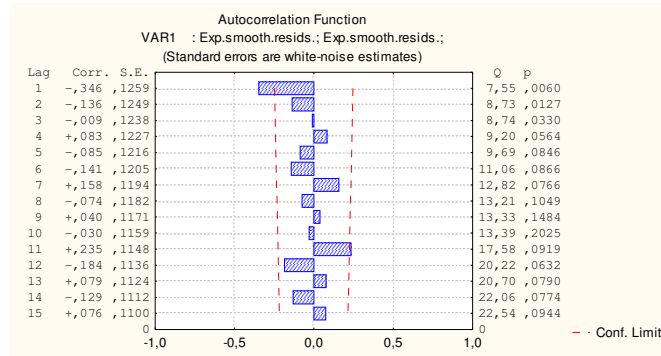
Şekil 4.25. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

Normal olasılık grafiğinde sapmalar görülse de incelenen numune için en uygun çıktılar bu yöntemle sağlanmıştır. Özellikle modelin kuyruk bölümündeki (ilk ve son yıllardaki) sapmalar dikkati çekmektedir.



Şekil 4.26. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

İncelenen numune için verilerin standart bir dağılıma uyduğunu söylemek zordur. Bu numune için ani talep değişimlerinin sık yaşandığı ve de talebi etkileyen faktörlerin modele etkisinin az olduğu şeklinde yorum yapmak daha doğru olacaktır.



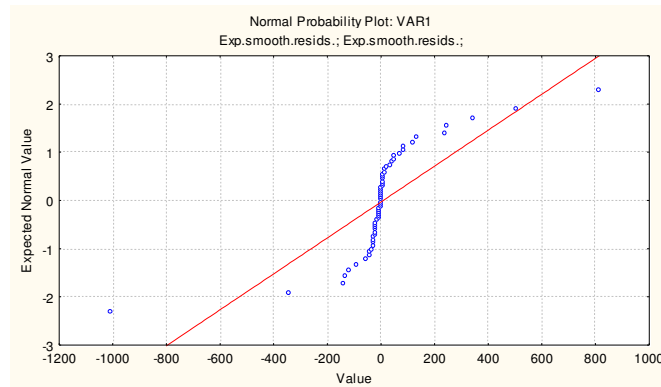
Şekil 4.27. Trend Düzeltmeli Üstel Düzeltme Yöntemi'ne göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

Otokorelasyon grafiği neredeyse tamamen kontrol altındadır.

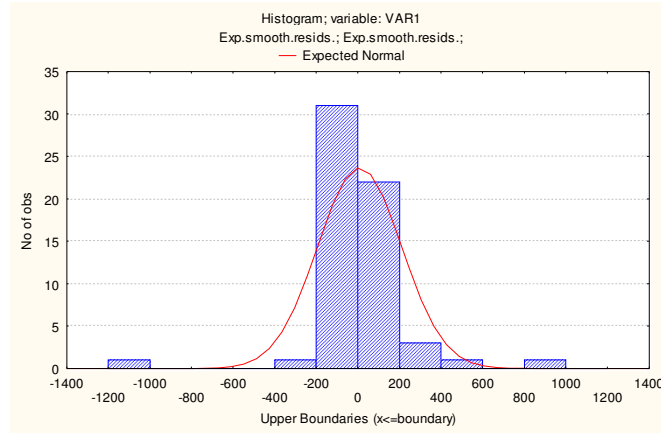
4.6.7. Numune 7 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme

Numune 7 için en uygun sonuç Tam Winters Yöntemi'ne göre belirlenmiştir.

Şekil 4.28.,4.29. ve 4.30.'da sonuçlar gösterilmiştir.

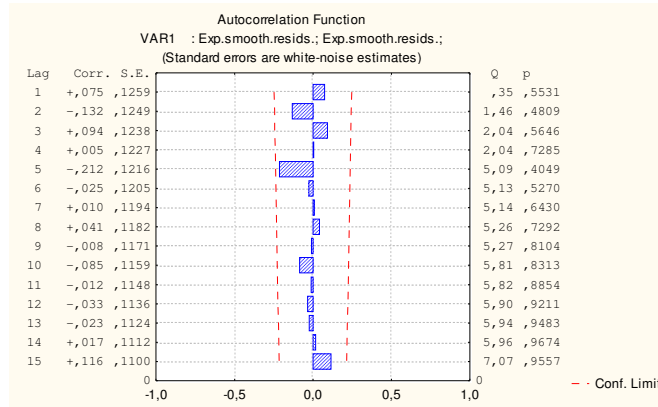


Şekil 4.28. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği



Şekil 4.29. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

Tahmin hatalarının histogramı normal standart dağılıma kısmen uymaktadır.



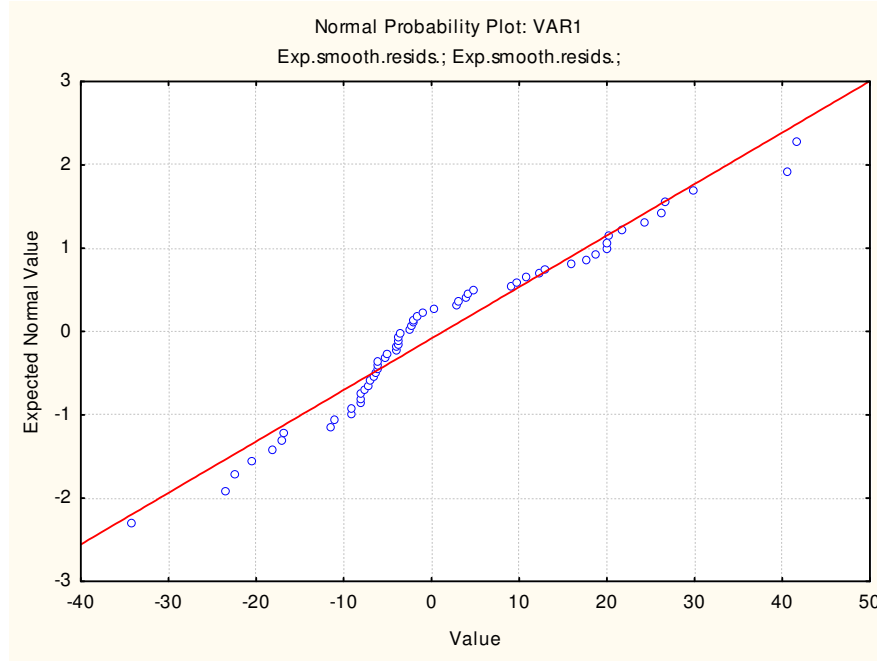
Şekil 4.30. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

Otokorelasyon grafiğinde tüm değerler kontrol altında çıkmıştır. Herhangi bir sinüsoidal kalıp görülememektedir. Bu da modelin doğruluğunu tekrar kanıtlıyor.

Tüm yöntemler içinde hem baskın trend ve mevsimsel değişimleri göz önünde bulundurduğu için bu model yeterli çıkmıştır.

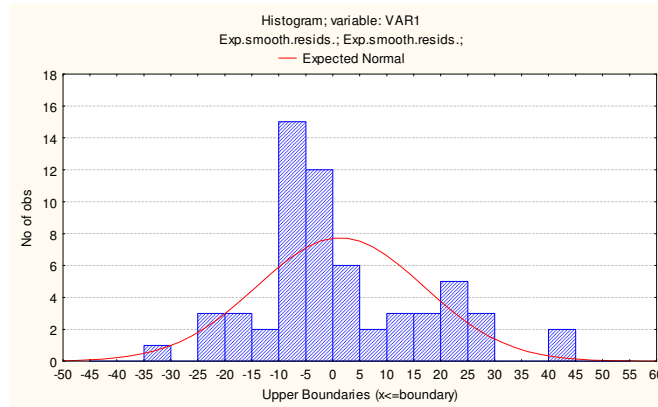
4.6.8. Numune 8 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme

Numune 8 için en uygun sonuç Tam Winters yöntemine göre belirlenmiştir. Sonuçlar şekil 4.31.,4.32.,4.33.'te sırasıyla verilmiştir.



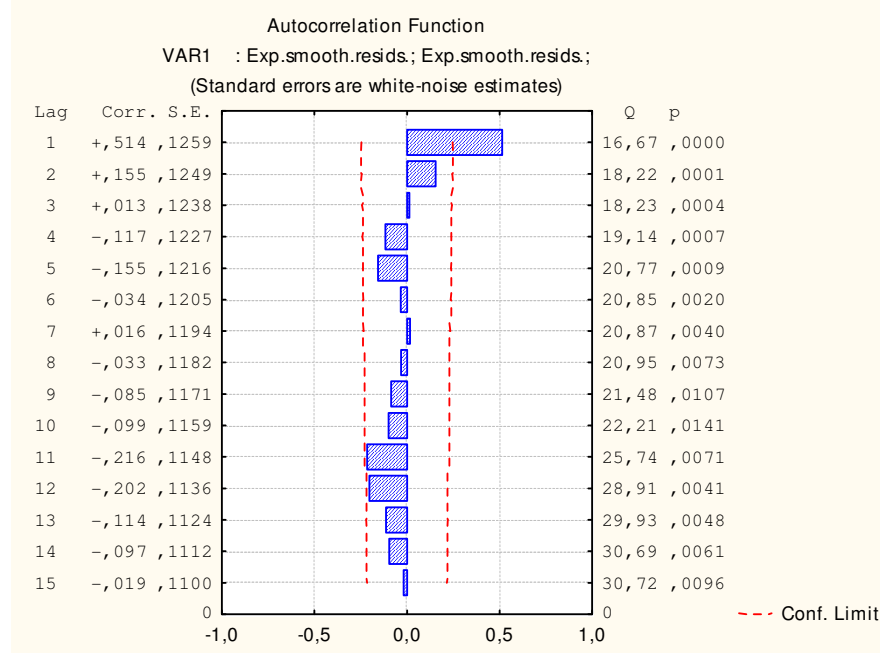
Şekil 4.31. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

Tahmin hatalarının olasılık değeri ilk yıllarda sapmalar gösterse de kabul edilebilir seviyededir.



Şekil 4.32. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

Tahmin hatalarının histogramı normal standart dağılıma yine kısmen uymaktadır.



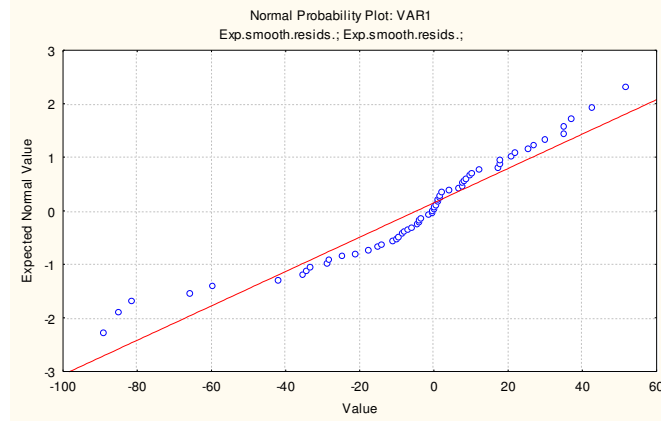
Şekil 4.33. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

Otokorelasyon grafiği genel olarak(1. kontrol limiti dışında) kontrol altında çıkmıştır. Bu da modelin doğruluğunu tekrar kanıtlıyor.

Tüm yöntemler içinde hem baskın trend ve mevsimsel değişimleri göz önünde bulundurduğu için bu model yeterli çıkmıştır.

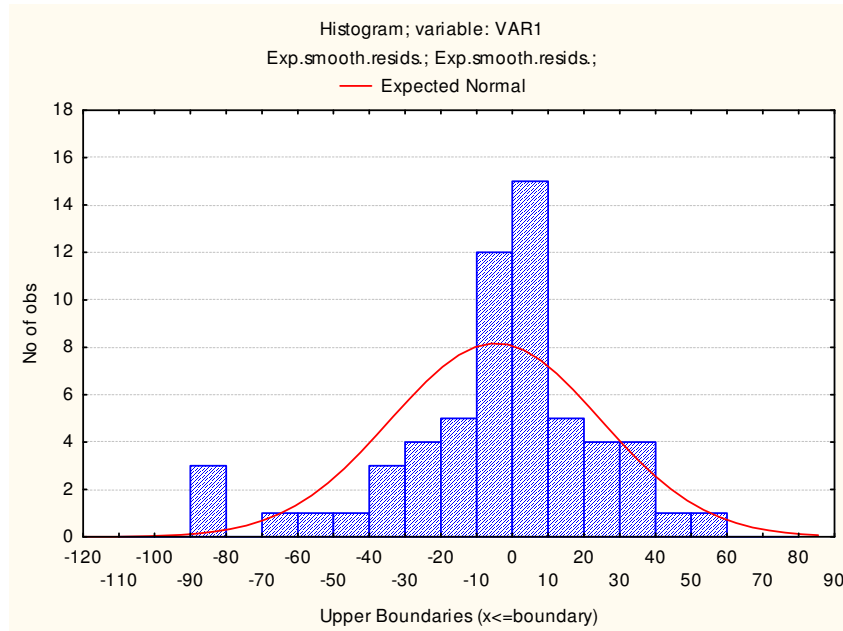
4.6.9. Numune 9 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme

Numune 9 için en uygun sonuç Tam Winters yöntemine göre belirlenmiştir. Sonuçlar şekil 4.34.,4.35.ve 4.36.’da gösterilmiştir.



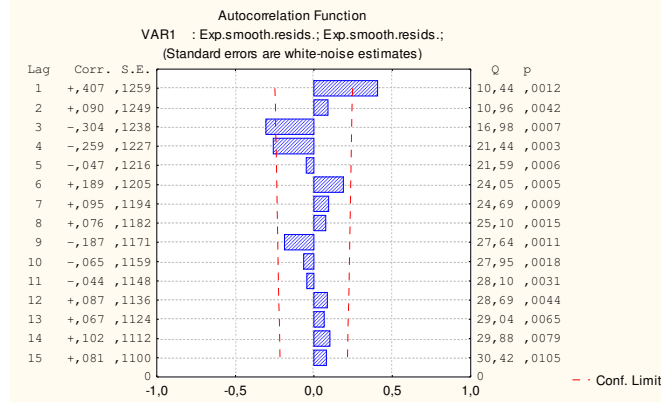
Şekil 4.34. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

Tahmin hatalarının normal olasılık grafiğinde sonuçlar kontrol altındadır.



Şekil 4.35. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

Özellikle -100 ve de 0 değerleri etrafında gerçekleşen hata değerlerinde artışlar görülmektedir. Buna karşın incelenen numune için en uygun sonuçlar bu modelde ortaya çıkmıştır. Çıktılardan görüldüğü üzere talep normal standart bir dağılıma uymaktadır.

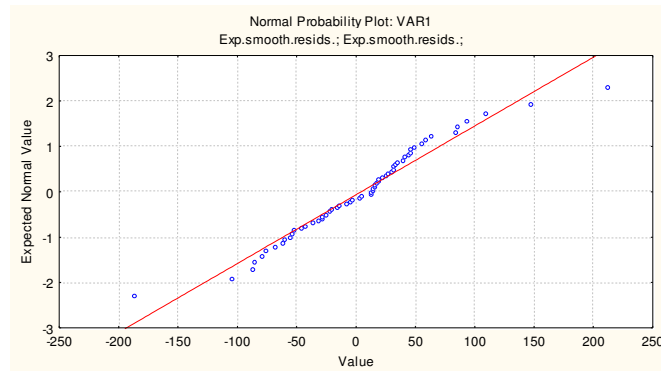


Şekil 4.36. Tam Winters Yöntemi'ne göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

Otokorelasyon grafiği neredeyse tamamen kontrol altındadır.

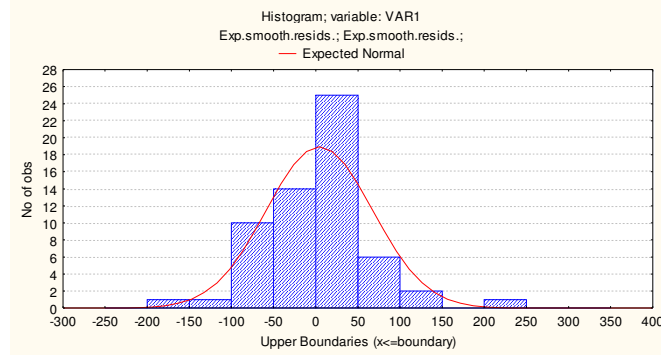
4.6.10. Numune 10 için Seçilen Metoda Göre Çıktılar ve Değerlendirme

Numune 10 için en uygun sonuç Tam Winters yöntemine göre belirlenmiştir. İlgili çıktılar şekil 4.37,4.38 ve 4.39'da gösterilmiştir.

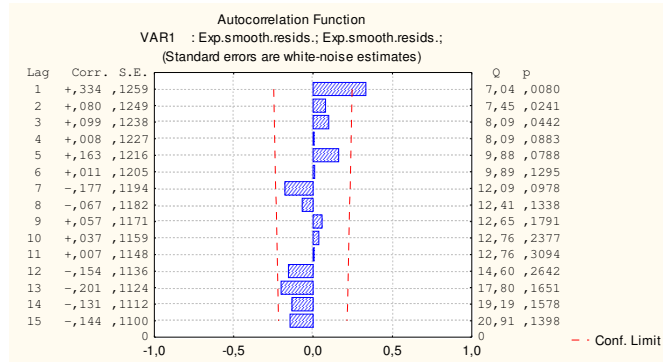


Şekil 4.37. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

Tahmin hatalarının olasılık değeri modelin yeterliliğini ortaya koymaktadır.



Şekil 4.38. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı



Şekil 4.39. Tam Winters Yöntemine Göre tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

Hem histogram grafik hem de otokorelasyon grafiği gösteriyor ki genel olarak veriler kontrol altındadır. Küçük sapmalar göz ardı edilebilir. Dolayısıyla talep değişiminde hem trend etkisi hem de mevsimsel etki dikkate alınmalıdır.

4.7. Simülasyon Modelinin Sonuçları

Burada hazırlanan simülasyon modelinden elde edilen bulgular; talep değişkenine göre modelin doğruluğunu, modelde yer alan proseslerin bekleme süreleri(proseslerin sorunsuz çalışıp çalışmadığı bulgusu),modele giren kaynak bilgisi olan operatöre(çalışan personel) ait bulgular, modelin maliyet ve süresine ait bulgulara yer verilmiştir. Şekil 4.40. Talebin doğruluğunu ve olması gereken ortalama değeri göstermektedir. Modelin sonuçları incelenirse replikasyon saatinin 654,52 olduğu görülmektedir. Burada entity(değişken) olarak belirtilen ifade(entity1) talep değeri olmaktadır. Talep değerlerindeki sapmanın 0,1230 olduğu görülmektedir. Bu değer alternatif hipotez testi kuralına göre 0,5 ‘ten küçük olduğu için simülasyon sonuçları doğrudur. Talebin ortalama değeri ise 86 m olarak bulunmuştur.

11:43:16

Category by Replication

Ağustos 3, 21

Unnamed Project

Replications: 1

Replication 1

Start Time: 0,00

Stop Time: 654,52

Time Units: Hours

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Entity 1	0.1230	(Insufficient)	0	0.4108
NVA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Entity 1	0	(Insufficient)	0	0
Wait Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Entity 1	0	(Insufficient)	0	0
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Entity 1	0	(Insufficient)	0	0
Other Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Entity 1	0	(Insufficient)	0	0
Total Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Entity 1	0.1230	(Insufficient)	0	0.4108

Other

Number In	Value
Entity 1	86
Number Out	Value

Şekil 4.40. Entity Simülasyon Sonucu

Modelde ana prosesler ve bekleme süreleri şekil 4.41.'de verilmiştir.

Aşağıdaki şekilden de görüldüğü gibi hiçbir proseste bekleme olmamıştır.

11:45:48

Queues

Unnamed Project

Replication 1

Start Time:

0.00

Stop Time:

654,52

Queue Detail Summary

Time

	<u>Waiting Time</u>
apre sonu kurut.Queue	0.00
apre sonu yikama.Queue	0.00
apre.Queue	0.00
bitim islemleri.Queue	0.00
boyama.Queue	0.00
hasil sokme.Queue	0.00
kasar.Queue	0.00
katlama.Queue	0.00
kurutma.Queue	0.00
mer.sonu kurutma.Queue	0.00
merserize.Queue	0.00
parti hazirlama.Queue	0.00
Yakma.Queue	0.00
yikama.Queue	0.00

Subreport:Summary

Şekil 4.41. Ana Prosesler ve Bekleme Süreleri

11:51:16

Resources

Unnamed Project

Replication 1

Start Time:0,00

Stop Time:654,52

Resource Detail Summary

Usage

	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>
operatorler	0,00	0,03	30,00	652,00	0,00
Resource 2	0,00	0,00	1,00	10,00	0,00

Şekil 4.42. Modelde Kullanılan Kaynakların Simülasyon Sonuçları

Modelde her makinedeki operatör sayısı sisteme işlenmiş ve kaynak olarak değerlendirilmiştir. Modelin çalıştırılması sonucunda seçilen 10 adet numune kumaş üretimi için 30 operatöre ihtiyaç olduğu, her 10 saatte 1 operatöre daha ihtiyaç olacağı görülmüştür. Kaynakların durumu da şekil 4.42.'te sunulmuştur.

11:49:13

User Specified

Ağustos 3, 2

Unnamed Project

Replications: 1

Replication 1

Start Time: 0,00

Stop Time: 654,52

Time Units: Hours

Other

None	Average	Half Width	Minimum	Maximum
elyaf boyali	0.2251	(Insufficient)	0.1270	0.4108
Elyaf Maliyet	1,806.28	(Insufficient)	684.00	3,264.00
Rota1Akis	0.3071	(Insufficient)	0.2369	0.4108
Rota1Maliyet	2,579.05	(Insufficient)	1,998.00	3,264.00
Rota2Akis	0.1695	(Insufficient)	0.1270	0.2758
Rota2Maliyet	948.14	(Insufficient)	684.00	1,728.00

Şekil 4.43. Simülasyon Maliyet ve Zaman Sonuçları

Şekil 4.43. simülasyon modelinde kumaş türüne ve belirlenen rotalara göre gerçekleşen zamanı ve maliyetleri göstermektedir. Rota 1 tops boyalı kumaşları göstermekteyken, rota 2 elyaf boyalı kumaşları göstermektedir. Elyaf boyalı üretim süresi 0.1695 replikasyon süresi iken ,tops boyalı üretim süresi 0,3071 süre şeklindedir.

Yukarıdaki şekilden de görüldüğü üzere değişken talep dikkate alındığında tops boyalı kumaş üretimi 2.579 milyon TL iken elyaf boyalı kumaş üretimi 946 milyon TL'dir ve tops boyalı üretim yaklaşık 2,5 kat daha pahalıya mal olmaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Çalışmanın Özeti

Boya terbiye işletmeleri kumaşların nihai işlem gördüğü ve ardından müşteriye ulaştığı son bölümdür. Müşteri memnuniyetinin sağlanması, istenilen rengin, istenilen tutumun kazandırılması bu bölümdeki özenli çalışmalara bağlıdır.

Boya terbiye işletmelerinde birçok kumaş tipi üretilmekte ve her tip için farklı materyaller veya farklı prosesler uygulanmaktadır. Genel olarak dokuma kumaşlar boya terbiye işletmesine geldiklerinde elyafı boyalı ya da tops boyalı olarak değerlendirilir ve farklı üretim hatlarından geçirilir. İncelenen işletme için elyaf boyalı kumaşlar toplam üretimin %60'ını karşılarken, tops boyalı kumaşlar ise %40'ını karşılamaktadır. İşletmede bu kumaş tiplerinin üretim planının iyi yapılması ortaya çıkacak hataları en aza indirirken makine, işgücü ve kaynak yönetiminin etkin olmasını sağlayacaktır.

İncelenen boya terbiye işletmesinde orta vadeli üretim planlama modeli doğrusal programlama tekniği kullanılarak geliştirilmiştir. Model; işletme için talebin %70'ini oluşturan kumaşlardan ne kadar miktarda üretilmesi gerektiğini göstererek karı en büyükmeyi hedeflemiş ve sonuca ulaşmıştır. Seçilen üretim planlama modeli (doğrusal programlama) herhangi bir üretim periyodu için rahatlıkla kullanılabilir.

Modelde verilen satış fiyatları ve kısıt denklemleri verileri değiştirilerek her türlü boya terbiye işletmesinde üretim planlama metodu uygulanabilmektedir. Model çözüldüğünde hangi kumaş türünün üretimin daha karlı olacağı, hangi kumaş türlerinden üretim yapılmaması gerektiği, stok seviyelerinin nasıl olması gerektiği, hangi tiplerde fason üretim yapılması gerektiği işletmenin tüm kaynaklarının kullanımına dair bilgiler, müşteri memnuniyetine, daha gerçekçi yaklaşım, gereksiz fazla mesai ve fason üretimin engellenmesi gibi önemli sonuçlara ulaşılacaktır.

Tekstil sektörünün yapısı talebin sabit değil değişken olması durumuna daha uygundur. Bu nedenle öncelikle talebin bağlı olduğu etmenler (trend, mevsimsel etki gibi) göz önüne alınmış ve talep için uygun olan dağılım belirlenmiştir. Talebin

değişkenliği göz önüne alınarak yapılan benzetim(simülasyon) çalışması daha doğru sonuçlara götürmüştür.

Herhangi bir boya terbiye işletmesinde de işletme içinde üretimin büyük kısmını sağlayan ürünler belirlenip talebin dağılımı doğru bir şekilde bulunursa yapılan üretimlerin hem maliyetleri hem süreleri hesaplanmış olur. Böylece ürünün müşteriye teslim zamanında bir sorun çıkmaz ve de değişken talepler altında hangi kumaş türünü üretmenin daha doğru olduğu ortaya çıkar.

5.2. Çalışmanın Uygulama Sonuçları

Talebin sabit kabul edilmesi durumunda doğrusal programlama tekniği kullanılmış ve LINGO 11.0 adlı paket programından yararlanılmıştır.

Doğrusal programlama modeline göre incelenen plan döneminde maksimum kar 2.196 milyon TL/ay olarak bulunmuş bu sonuç da üretim planlama modelinin önemini vurgulamıştır.

Üretim periyodundaki her numune için optimum üretim miktarları belirlenmiş ve bulunan sonuçlar çizelge 4.2.'de gösterilmiştir.

Optimum işgücü seviyesinin her numune için 100 adam olduğu bulunmuştur. Her numune farklı zamanlarda üretildiğinden ve Boya terbiye işletmesi 3 vardiyada toplam 150 kişiden oluştuğu için bulunan optimum normal mesai sayısının 150'den küçük olması modelin doğruluğunu göstermektedir. Ayrıca fason üretim değişkenin sıfır çıkması fason üretime gerek olmadığını belirtmektedir.

Talebin değişken olması durumunda ise öncelikle STATISTICA paket programıyla taleplerin hangi tahmin metoduna uyduğu ve dağılım türlerinin ne olduğu belirlenmiştir. Tüm numuneler için talep büyüklüklerinin poisson dağılıma uyduğu saptanmıştır.

Talebin değişkenliğiyle benzetim yöntemi olan simülasyon uygulamasına geçilmiştir. Simülasyonda elyaf boyalı ve tops boyalı her iki kumaş türünün üretim hattı ayrı ayrı incelenmiştir. Ve iki tür arasındaki zaman ve maliyet sonuçları bulunmuştur (şekil 4.43.). Seçilen işletmede tops boyalı kumaş üretimi elyaf boyalı

kumaş üretiminden yaklaşık 2,5 kat daha pahalıya mal olmaktadır. Tez çalışması sonucunda bu maliyet farkı net bir şekilde ortaya konulabilmektedir.

Tez çalışmasının simülasyon kısmında replikasyon sayısı artırılıp model yeniden çalıştırılmış ve sonuçlardaki değişimin önemsenmeyecek kadar az olduğu görülmüştür.

5.3. Öneriler

- ✓ Çalışmada plan dönemi artırılarak altı aylık veya yıllık üretim planı veriler düzenlenerek yeniden ele alınabilir. Böylece yıllık maksimum kar hesaplanarak işletmenin tüm kaynaklarından yıl boyunca en yüksek verim alınır.
- ✓ İyi bir ÜPK ile terminler zamanında gerçekleşeceğinden müşteri memnuniyetleri sağlanabilir.
- ✓ Talep tahmin metodları her yıl için kullanılıp veriler kaydedilerek doğru sonuçlara % kaç ulaşıldığı hesaplanabilir.
- ✓ Değişken talep altında tops boyalı maliyetlerinin çok fazla çıkması değerlendirilerek maliyetlerin azaltılması çalışmalarına gidilebilir.
- ✓ Üretim hatları için her aşamada numuneler alınarak proses azaltılması yoluna gidilebilir.

KAYNAKLAR

- ACAR N., 1998. Üretim Planlaması Yöntem Ve Uygulamaları. Ankara Milli Prodüktivite Merkezi, Ankara, Yayın No:280, 208 s
- ASLAN D., 1985. Mühendisler ve İşletmeciler İçin Üretim Planlama. Bilgehan Basımevi, Gökse Üniversite Kitapevi, İzmir,277 s.
- BARUTÇUGİL İ., 1988. Üretim Sistemi Ve Yönetim Teknikleri. Uludağ Üniversitesi Yayınları, Bursa ,No:3, 54 s
- BOWERS M.R., Agarwall A.,1993. Production Planning And Scheduling in the Apparel Industry. TIMS/ORSA, Chicago
- BUMİN, BAHAR VE EROL, 2000. Çok Ürünlü Üretim Sistemlerinde Amaç Programlama Yaklaşımı. Ankara, Verimlilik dergisi, Yayın No:4, 109-125 s.
- CANOĞLU S., ERKAN K., 1990. Pamuk İpliği Üretiminde Doğrusal Programlama Tekniğinin Kullanılması. Tekstil ve Makine Dergisi,Tekstil Sempozyumu Özel Sayısı,Yıl 4,Sayfa 58-63, Kasım
- CHARNES A., COOPER W., 1961. Management Models and Industrial Application of Linear Programming. Science Direct, New York
- ÇELİKÇAPA, O.F., 1999. Üretim Planlaması. Vipaş A.Ş.Yayınları, Bursa, Alfa Basım, II. Baskı
- DEMİRASLAN S., 2001. Üretim Planlama. İzmir, Mimarlık Dergisi, DEU Yayınları,24 s
- EROL R., KOYUNCU M. ,1999. İplik İşletmesinde Darboğaz Kaynak Çizelgeleme İçin Yeni Bir Yaklaşım.Yöneylem Araştırması Ve Endüstri Mühendisliği Ankara,,XX. Ulusal Kongresi,Kara Harp Okulu,8-9 Haziran
- ESİN A, 1981. Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri. Ankara Gazi Üniversitesi, A.İ.T.İ.A. Gazetecilik ve Halkla İlişkiler Yüksek Okulu Basımevi
- HEGEDUS M., ERYOLİNA T., GEİSLER R.,1995. Master Sceduling with Optimization in a Constrained Environment. New Orleans, Nov, INFORMS.

- KIRAN A., 1977. Üretim Planlama Kararlarında Kullanılacak Ön Ve Art Gecikme Yapılması Matematiksel Yeni Sıralama Model Ve Algoritmaları. İstanbul, İTÜ Makine Fakültesi, Ofset Atölyesi
- KIM, VERMA, DARDİS, 1991, Labor-productivity Differences in the Textile Industry, Journal of Textile Industry, Vol.82, issue 2, s 261-272
- ODENİYAZOV S., 2006. Bir Tekstil İşletmesinde Üretim ve Pazarlama Planlaması (Türkmenbaşı Tekstil Kompleksinde Bir Örnek Uygulama). Konya, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- OKŞAN D., 2006. Tekstil İşletmelerinde Bilgisayara Dayalı Kaynak Kullanımı ve Üretim Planlama Sistemleri Üzerine Bir İnceleme: Denizli Örneği, Denizli, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- ÖMERBAŞ N., 2006. Üretim Kaynakları Planlaması (MRPII) ve Konfeksiyon İşletmelerinde Kullanılan Enformasyon Destek Sistemi(EDS) Programının Uygulanması. İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- ÖZTÜRK A., 2005. Yöneylem Araştırması. Bursa, Ekin Kitabevi Yayınları, 250 s
- ÖZTÜRK M. U., 2007. Üretim Planlamasında Çok Hedefli Doğrusal Hedef Programlama ve Bir Tekstil İşletmesinde Uygulama. Bursa, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- SABIR E.C., 2000. Ring ve Open-end İplik Üretim Sistemlerinde Üretim Planlaması İçin Doğrusal Programlama Yaklaşımı ve Endüstriyel Uygulaması. Adana, Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Doktora Tezi
- TANYAŞ M., ERDOĞAN H., 1991. Tekstil Üretim Planlamasında Hedef Programlama Yöntemi. Tekstil&Teknik Dergisi, Temmuz, 118-119 s
- WU P., FANG S., 1995. Fuzzy Neural Networks for Textile Manufacturing&Management. Los Angeles , INFORMS, April
- YAMAK O., 1994. Üretim Yönetimi Sistemleri İlkeler ve Teknikler. İstanbul, Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Ana Bilim Dalı, 28 s

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Adana’da doğdu. Orta öğretim ve liseyi İsmail Safa Özler Anadolu Lisesi’nde tamamlamasının ardından 2003 yılında Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümünde lisans eğitime başladı, 2005 yılında Çift Anadal Programı ile Çukurova Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünde okumaya hak kazandı. 2007 yılında Tekstil Mühendisliği bölümünden, 2008 yılında da Endüstri Mühendisliğinden mezun olan Esmâ BATUK, aynı zamanda 2007 yılında Çukurova üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek lisans eğitime başladı ve halen aynı bölümde yüksek lisans eğitime devam etmektedir.

EKLER

EK-1. SEÇİLEN NUMUNELERE AİT PROSESLER VE İŞLEM SÜRELERİ

Çizelge Ek 1.1. Numune 1'e ait Prosesler ve İşlem Süreleri

Proses No	Proses Adı	Makine Hızı (m/dk)	Sipariş Miktarı (m) (*1000)	Sipariş için geçen süre (dk)	Verim (%)	Reproses Oranı (%)	Siparişin gerçekleşmesi için gereken süre (dk)
1	Parti hazırlama	50	100	2000	70	0	2857
2	Yakma	120	100	833,5	55	1	1530,5
4	Yıkama	45	100	2222	70	5	3341
5	Kurutma_fikse	20	100	5000	95	5	5540
5	Apré	25	100	4000	95	5	4432
4	Apré sonu yıkama	45	100	2222	70	5	3341
5	Kurutma	30	100	3333,5	95	5	3693,5
23	Katlama	12	100	8333	100	1	8417,5
TOPLAM						dk	33152,5
						sa	552,54

Çizelge Ek 1.2. Numune 2'ye ait Prosesler ve İşlem Süreleri

Proses No	Proses Adı	Makine Hızı (m/dk)	Sipariş Miktarı (m) (*1000)	Sipariş için geçen süre (dk)	Verim (%)	Reproses Oranı (%)	Siparişin gerçekleşmesi için gereken süre (dk)
1	Parti hazırlama	50	150	3000	70	0	4285
2	Yakma	120	150	1250	55	1	2295
4	Yıkama	45	150	3333	70	5	5012
5	Kurutma_fikse	18	150	8333	95	5	9233
5	Apré	30	150	5000	95	5	5540
23	Katlama	12	150	12500	100	1	12626
TOPLAM						dk	38991
						sa	649,85

Çizelge Ek 1.3. Numune 3'e ait Prosesler ve İşlem Süreleri

Proses No	Proses Adı	Makine Hızı (m/dk)	Sipariş Miktarı (m) (*1000)	Sipariş için geçen süre (dk)	Verim (%)	Reproses Oranı (%)	Siparişin gerçekleşmesi için gereken süre (dk)
1	Parti hazırlama	50	125	2500	70	0	3571
2	Yakma	120	125	1041,5	55	1	1912,5
4	Yıkama	45	125	2775	70	5	4172,5
5	Kurutma_fikse	30	125	4166,5	95	5	4616,5
5	Apre	30	125	4166,5	95	5	4616,5
23	Katlama	12	125	10441,5	100	1	10546,5
TOPLAM						dk	29435,5
						sa	490,6

Çizelge Ek 1.4. Numune 4'e ait Prosesler ve İşlem Süreleri

Proses No	Proses Adı	Makine Hızı (m/dk)	Sipariş Miktarı (m) (*1000)	Sipariş için geçen süre (dk)	Verim (%)	Reproses Oranı (%)	Siparişin gerçekleşmesi için gereken süre (dk)
1	Parti hazırlama	50	100	2000	70	0	2857
4	Yıkama	45	100	2222	70	5	3342
5	Kurutma	20	100	5000	95	5	5540
19	Şardon tersyüz	10	100	10000	80	1	12622
20	Makas tersyüz	7,5	100	13333	90	5	15595
19	Şardon önyüz	10	100	10000	80	1	12622
20	Makas önyüz	7,5	100	13333	90	5	15595
19	Şardon önyüz	10	100	10000	80	1	12622
19	Şardon önyüz	10	100	10000	80	1	12622
20	Makas önyüz	7,5	100	13333	90	5	15595
5	Apre	30	100	3333	95	5	3694
20	Makas önyüz	7,5	100	13333	90	5	15595
17	Buharlatma	25	100	4000	70	10	6349
23	Katlama	12	100	8333	100	1	8417
TOPLAM						dk	143067
						sa	2385

Çizelge Ek 1.5. Numune 5'e ait Prosesler ve İşlem Süreleri

Proses No	Proses Adı	Makine Hızı (m/dk)	Sipariş Miktarı (m) (*1000)	Sipariş için geçen süre (dk)	Verim (%)	Reproses Oranı (%)	Siparişin gerçekleşmesi için gereken süre (dk)
1	Parti hazırlama	50	250	5000	70	0	7143
2	Yakma	120	250	2083,5	55	1	2215,5
4	Yıkama	45	250	5555,5	70	5	8354
5	Kurutma_fikse	18	250	13889	95	5	15389
5	Apri	30	250	8333,5	95	5	9234
23	Katlama	12	250	20833,5	100	1	21043,5
TOPLAM						dk	63379,5
						sa	1056,3

Çizelge Ek 1.6. Numune 6'ya ait Prosesler ve İşlem Süreleri

Proses No	Proses Adı	Makine Hızı (m/dk)	Sipariş Miktarı (m) (*1000)	Sipariş için geçen süre (dk)	Verim (%)	Reproses Oranı (%)	Siparişin gerçekleşmesi için gereken süre (dk)
1	Parti hazırlama	50	150	3000	70	0	4285,5
2	Yakma	120	150	1250	55	1	2295,5
7	Kasar	25	150	6000	65	3	9516
5	Kurutma_fikse	30	150	5000	95	5	5540
11	Boyama	20	150	7500	45	3	17182
4	Boyalı yıkama	30	150	5000	70	5	7518,5
5	Kurutma	30	150	5000	95	5	5540
5	Apri	30	150	5000	95	5	5540
17	Buharlatma	20	150	7500	90	5	8772
23	Katlama	12	150	12500	100	1	12626
TOPLAM						dk	78815,5
						sa	1313,6

Çizelge Ek 1.7. Numune 7'ye ait Prosesler ve İşlem Süreleri

Proses No	Proses Adı	Makine Hızı (m/dk)	Sipariş Miktarı (m) (*1000)	Sipariş için geçen süre (dk)	Verim (%)	Reproses Oranı (%)	Siparişin gerçekleşmesi için gereken süre (dk)
1	Parti hazırlama	50	100	2000	70	0	2857
2	Yakma	100	100	1000	55	1	1837
4	Yıkama	45	100	2222	70	5	3342
5	Kurutma	18	100	5556	95	5	6156
12	Boyama	30	100	3334	45	3	7638
4	Boyalı yıkama	30	100	3334	70	5	5014
5	Kurutma	30	100	3334	95	5	7638
5	Apre	25	100	4000	95	5	4408
14	Kuru Aerobin	10	100	10000	75	1	13468
9	Sanfor	50	100	2000	85	5	2476
15	Superfinish	25	100	4000	75	1	5339
23	Katlama	12	100	8333	100	1	8417
TOPLAM						dk	68590
						sa	1143,16

Çizelge Ek 1.8. Numune 8'e ait Prosesler ve İşlem Süreleri

Proses No	Proses Adı	Makine Hızı (m/dk)	Sipariş Miktarı (m) (*1000)	Sipariş için geçen süre (dk)	Verim (%)	Reproses Oranı (%)	Siparişin gerçekleşmesi için gereken süre (dk)
1	Parti hazırlama	50	200	4000	70	0	5715
2	Yakma	100	200	2000	55	1	3828
3	Haşıl sökme	50	200	4000	65	3	6344
7	Kasar	20	200	10000	65	3	15860
8	Merserize	35	200	5715	65	1	8881
5	Kurutma	18	200	11111	95	5	12311
5	Fikse	40	200	5000	95	5	5540
12	Boyama	30	200	6667	45	3	15273
4	Boyalı yıkama	30	200	6667	70	5	10025
5	Kurutma	30	200	6667	95	5	7387
5	Apre	25	200	8000	95	5	8864
6	Kalandır	20	200	10000	80	1	12626
9	Sanfor	50	200	4000	85	5	4753
23	Katlama	12	200	16667	100	1	16835
TOPLAM						dk	134242
						sa	2237

Çizelge Ek 1.9. Numune 9'a ait Prosesler ve İşlem Süreleri

Proses No	Proses Adı	Makine Hızı (m/dk)	Sipariş Miktarı (m) (*1000)	Sipariş için geçen süre (dk)	Verim (%)	Reproses Oranı (%)	Siparişin gerçekleşmesi için gereken süre (dk)
1	Parti hazırlama	50	150	3000	70	0	4286
2	Yakma	100	150	1500	55	1	2755
3	Haşıl sökme	50	150	3000	65	3	4758
7	Kasar	20	150	7500	65	3	11895
8	Merserize	35	150	4286	65	1	6660
5	Kurutma-fikse	30	150	5000	95	5	5540
12	Boyama	30	150	5000	45	3	11454
4	Boyalı yıkama	30	150	5000	70	5	7518
5	Kurutma	30	150	5000	95	5	5540
5	Apre	25	150	6000	95	5	6648
9	Sanfor	50	150	3000	85	5	3715
15	Superfinish	25	150	6000	75	1	8080
23	Katlama	12	150	12500	100	1	12626
TOPLAM						dk	91475
						sa	1524

Çizelge 1.10. Numune10'a ait Prosesler ve İşlem Süreleri

Proses No	Proses Adı	Makine Hızı (m/dk)	Sipariş Miktarı (m) (*1000)	Sipariş için geçen süre (dk)	Verim (%)	Reproses Oranı (%)	Siparişin gerçekleşmesi için gereken süre (dk)
1	Parti hazırlama	50	250	5000	70	0	7142
2	Yakma	100	250	2500	55	1	4591
3	Haşıl sökme	50	250	5000	65	3	7930
7	Kasar	20	250	12500	65	3	19825
8	Merserize	35	250	7143	65	1	11100
5	Kurutma-fikse	30	250	8334	95	5	9186
12	Boyama	30	250	8334	45	3	19092
4	Boyalı yıkama	30	250	8334	70	5	12532
5	Kurutma	30	250	8334	95	5	9186
5	Apre	25	250	10000	95	5	11080
9	Sanfor	50	250	5000	85	5	6192
23	Katlama	12	250	20833	100	1	21093
TOPLAM							dk 138949
							sa 2315,8

EK-2. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİNİN YAZIMI

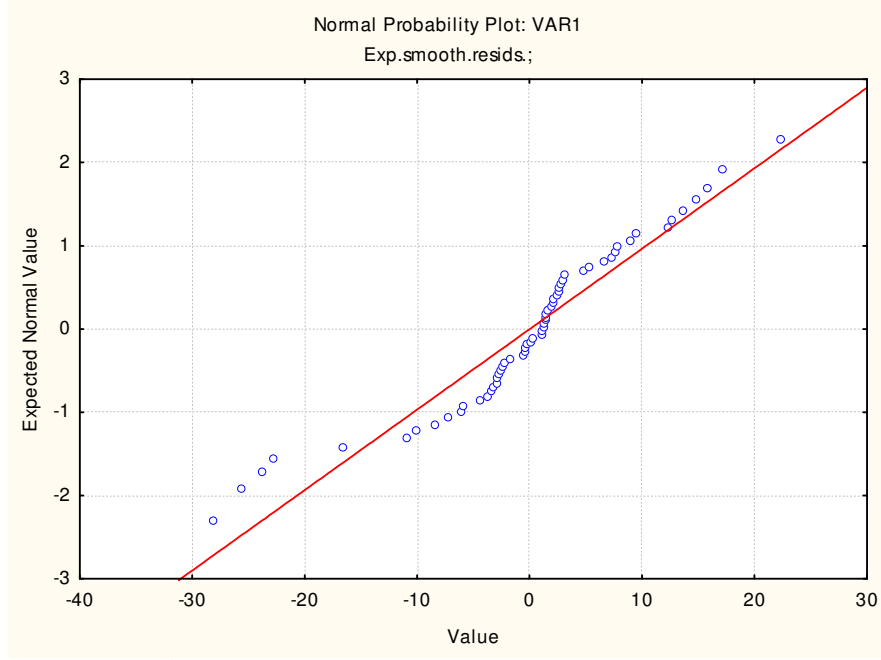
Çizelge Ek 2.1. Modelin Yazımı

Amaç Fonksiyonu	Satış Fiyatı	$6.6 \cdot x_1 + 8 \cdot x_2 + 7 \cdot x_3 + 9.2 \cdot x_4 + 6.2 \cdot x_5 + 9 \cdot x_6 + 4.6 \cdot x_7 + 8 \cdot x_8 + 6.8 \cdot x_9 + 5.2 \cdot x_{10}$
	Malzeme M.	$-4.13 \cdot x_1 - 5.17 \cdot x_2 - 4.38 \cdot x_3 - 6.65 \cdot x_4 - 4.68 \cdot x_5 - 5.13 \cdot x_6 - 1.85 \cdot x_7 - 2.73 \cdot x_8 - 0.72 \cdot x_9 - 2.95 \cdot x_{10}$
	Direkt işçilik M.	$-0.09 \cdot W_1 - 0.08 \cdot W_2 - 0.08 \cdot W_3 - 0.24 \cdot W_4 - 0.05 \cdot W_5 - 0.18 \cdot W_6 - 0.15 \cdot W_7 - 0.11 \cdot W_8 - 0.13 \cdot W_9 - 0.09 \cdot W_{10}$
	Direkt elektrik M.	$-0.09 \cdot x_1 - 0.08 \cdot x_2 - 0.06 \cdot x_3 - 0.10 \cdot x_4 - 0.04 \cdot x_5 - 0.14 \cdot x_6 - 0.08 \cdot x_7 - 0.08 \cdot x_8 - 0.07 \cdot x_9 - 0.06 \cdot x_{10}$
	Direkt doğalgaz M.	$-0.37 \cdot x_1 - 0.32 \cdot x_2 - 0.22 \cdot x_3 - 0.20 \cdot x_4 - 0.12 \cdot x_5 - 0.64 \cdot x_6 - 0.25 \cdot x_7 - 0.46 \cdot x_8 - 0.48 \cdot x_9 - 0.43 \cdot x_{10}$
	Endirekt işçilik Maliyetleri	$-0.09 \cdot W_1 - 0.08 \cdot W_2 - 0.07 \cdot W_3 - 0.18 \cdot W_4 - 0.05 \cdot W_5 - 0.18 \cdot W_6 - 0.12 \cdot W_7 - 0.11 \cdot W_8 - 0.12 \cdot W_9 - 0.08 \cdot W_{10}$
	Amortisman	$-0.34 \cdot x_1 - 0.29 \cdot x_2 - 0.06 \cdot x_3 - 0.21 \cdot x_4 - 0.15 \cdot x_5 - 0.46 \cdot x_6 - 0.21 \cdot x_7 - 0.22 \cdot x_8 - 0.17 \cdot x_9 - 0.15 \cdot x_{10}$
	Genel İmalat Giderleri	$-0.14 \cdot x_1 - 0.11 \cdot x_2 - 0.09 \cdot x_3 - 0.16 \cdot x_4 - 0.06 \cdot x_5 - 0.18 \cdot x_6 - 0.1 \cdot x_7 - 0.09 \cdot x_8 - 0.07 \cdot x_9 - 0.07 \cdot x_{10}$
	Fason Maliyetleri	$-4.8 \cdot P_1 - 3.4 \cdot P_2 - 3.4 \cdot P_3 - 4.8 \cdot P_4 - 3.4 \cdot P_5 - 6.4 \cdot P_6 - 3.7 \cdot P_7 - 5.1 \cdot P_8 - 4.4 \cdot P_9 - 4.4 \cdot P_{10}$
Kısıtlar	Üretim Kısıtı	$P_1 + x_1 + I_{arti0} - I_{eksi0} + I_{arti1} - I_{eksi1} \leq 100$ $P_2 + x_2 + I_{arti1} - I_{eksi1} + I_{arti2} - I_{eksi2} \leq 150$ $P_3 + x_3 + I_{arti2} - I_{eksi2} + I_{arti3} - I_{eksi3} \leq 250$ $P_4 + x_4 + I_{arti3} - I_{eksi3} + I_{arti4} - I_{eksi4} \leq 100$ $P_5 + x_5 + I_{arti4} - I_{eksi4} + I_{arti5} - I_{eksi5} \leq 250$ $P_6 + x_6 + I_{arti5} - I_{eksi5} + I_{arti6} - I_{eksi6} \leq 300$ $P_7 + x_7 + I_{arti6} - I_{eksi6} + I_{arti7} - I_{eksi7} \leq 100$ $P_8 + x_8 + I_{arti7} - I_{eksi7} + I_{arti8} - I_{eksi8} \leq 200$ $P_9 + x_9 + I_{arti8} - I_{eksi8} + I_{arti9} - I_{eksi9} \leq 150$ $P_{10} + x_{10} + I_{arti9} - I_{eksi9} + I_{arti10} - I_{eksi10} \leq 250$
	Hammadde Kısıtları	!Polyester için; $0.49 \cdot x_1 + 0.475 \cdot x_2 + 0.63 \cdot x_3 + 0.62 \cdot x_4 + 0.62 \cdot x_5 \leq 500$; !viskon; $0.47 \cdot x_1 + 0.475 \cdot x_2 + 0.33 \cdot x_3 + 0.33 \cdot x_4 + 0.33 \cdot x_5 + 0.52 \cdot x_6 \leq 275$; !lycra için; $0.04 \cdot x_1 + 0.05 \cdot x_2 + 0.04 \cdot x_3 + 0.05 \cdot x_4 + 0.05 \cdot x_5 + 0.05 \cdot x_6 + 0.02 \cdot x_7 + 0.02 \cdot x_8 + 0.02 \cdot x_9 + 0.05 \cdot x_{10} \leq 42$; !Pamuk için; $0.43 \cdot x_6 + 0.98 \cdot x_7 + 0.98 \cdot x_8 + 0.98 \cdot x_9 + 0.95 \cdot x_{10} \leq 200$;
	Makinelerin Çalışma Kapasitesi Kısıtı	$50 \cdot (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10}) \leq 1417500$; ! parti hazırlama $120 \cdot (x_1 + x_2 + x_3 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10}) \leq 2646270$; ! yakma makinesinin $45 \cdot (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_7) \leq 1211970$; ! yıkama $120 \cdot (x_6 + x_8 + x_9 + x_{10}) \leq 2646270$; ! haşıl sökme kısıtı; $20 \cdot (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10}) \leq 1096530$; ! germe makineleri $20 \cdot x_8 \leq 641520$; ! kalandır makinesi $20 \cdot (x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10}) \leq 510720$; ! kasar makinesi

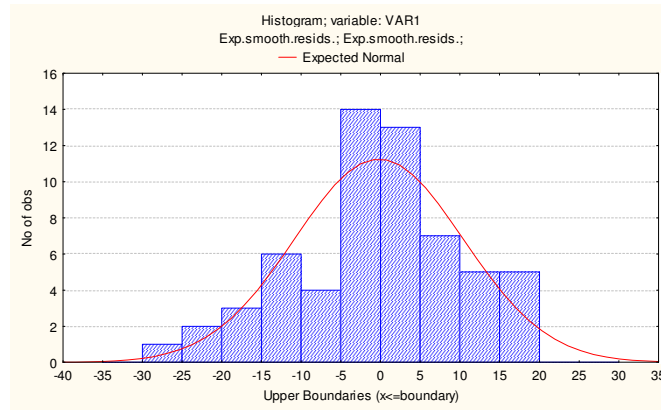
	35* (x8+x9+x10)<=912180; !merserize makinesi çalışma kısıtı; 50* (x7+x8+x9+x10)<=1635180; !sanfor makinesinin çalışma kısıtı; 20*x6<=810000; !pad-dry makinesi çalışma kısıtı; 30* (x7+x8+x9+x10)<=1215000; !pad-batch makinesi çalışma kısıtı; 10*x7<=405000; !airobin kısıtı; 25* (x6+x8)<=751770; !s.finish makinesi çalışma kısıtı; 25*x4<=1012500; !stabılo makinesi çalışma kısıtı; 10*x4<=8748000; ! şardon makinesi kısıtı; 7.5*x4<=303750; !makas çalışma kısıtı; 12* (x1+x2+x3+x4+x5+x6+x7+x8+x9+x10)<=481140; ! kalite kontrol;
İşgücü Kısıtı	0.4653*x1-W1-O1<=0;0.3529*x2-W2-O2<=0;0.382*x3-W3-O3<=0; 1.294*x4-W4-O4<=0;0.3523*x5-W5-O5<=0;0.6293*x6-W6-O6<=0; 0.729*x7-W7-O7<=0;0.821*x8-W8-O8<=0; 0.718*x9-W9-O9<=0;0.678*x10-W10-O10<=0; W1<=150, W2<=150, W3<=150, W4<=150, W5<=150, W6<=150, W7<=150, W8<=150, W9<=150, W10<=150
İşçilik Dengesi	W1-W0-H1+F1=0;W2-W1-H2+F2=0;W3-W2-H3+F3=0;W4-W3-H4+F4=0; W5-W4-H5+F5=0;W6-W5-H6+F6=0;W7-W6-H7+F7=0;W8-W7-H8+F8=0; W9-W8-H9+F9=0;W10-W9-H10+F10=0;W0=100;
Üretimin Kontrolü	0.0000000000000001*x1-Y1<=0;0.0000000000000001*x2-Y2<=0; 0.0000000000000001*x3-Y3<=0;0.0000000000000001*x4-Y4<=0; 0.0000000000000001*x5-Y5<=0;0.0000000000000001*x6-Y6<=0; 0.0000000000000001*x7-Y7<=0;0.0000000000000001*x8-Y8<=0; 0.0000000000000001*x9-Y9<=0;0.0000000000000001*x10-Y10<=0;
Şartlar	x1>=0;x2>=0;x3>=0;x4>=0;x5>=0;x6>=0;x7>=0;x8>=0;x9>=0;x10>0; Iarti1>=0;Iarti2>=10000;Iarti3>=5000;Iarti4>=0;Iarti5>=0;Iarti6>=0;Iarti7>=0;Iarti8>=0; Iarti9>=0;Iarti10>=0;Ieksi1>=0;Ieksi2>=0;Ieksi3>=0;Ieksi4>=0;Ieksi5>=0;Ieksi6>=0; Ieksi7>=0;Ieksi8>=0;Ieksi9>=0;Ieksi10>=0; W1>=0;W2>=0;W3>=0;W4>=0;W5>=0;W6>=0;W7>=0;W8>=0;W9>=0;W10>=0; O1=0;O2=0;O3=0;O4=0;O5=0;O6=0;O7=0;O8=0;O9=0;O10=0; H1=0;H2=0;H3=0;H4=0;H5=0;H6=0;H7=0;H8=0;H9=0;H10=0; F1=0;F2=0;F3=0;F4=0;F5=0;F6=0;F7=0;F8=0;F9=0;F10=0;P1>=0;P2>=0; P3>=0;P4>=0;P5>=0;P6>=0;P7>=0;P8>=0;P9>=0;P10>=0; @FREE (Y1);@FREE (Y2);@FREE (Y3);@FREE (Y4);@FREE (Y5);@FREE (Y6); @FREE (Y7);@FREE (Y8);@FREE (Y9);@FREE (Y10);@GIN (x1);@GIN (x2); @GIN (x3);@GIN (x4);@GIN (x5);@GIN (x6); @GIN (x7);@GIN (x8);@GIN (x9);@GIN (x10);

EK-3. TALEP TAHMİN METODU İÇİN SEÇİLEN METODLAR VE ÇIKTILARI

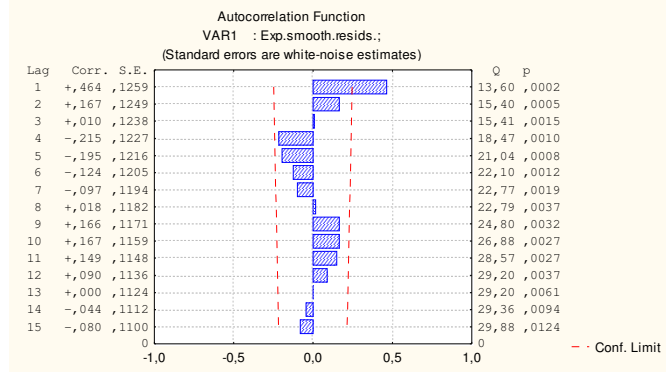
Numune 2'ye Ait Veriler



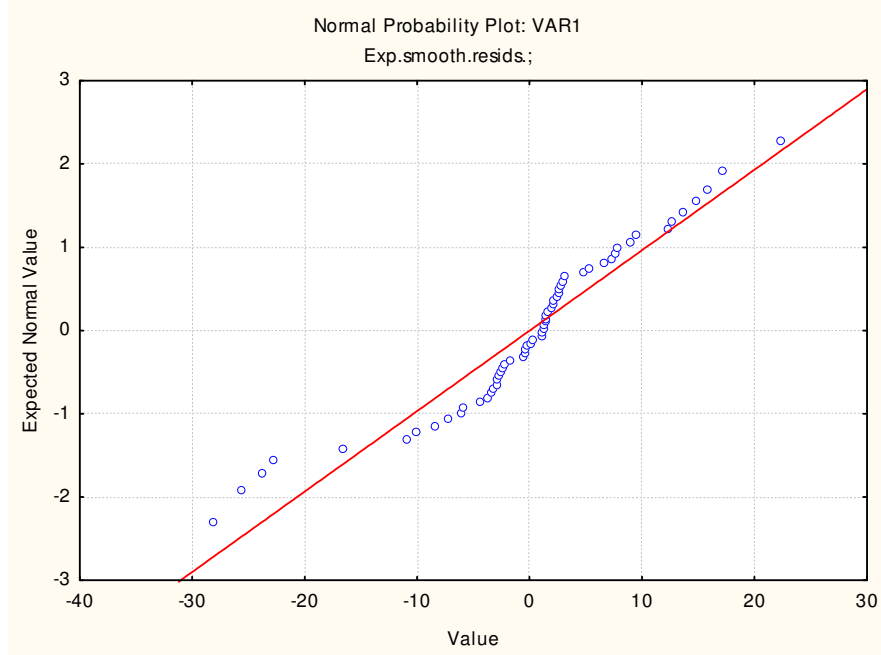
Şekil Ek 3.1. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği



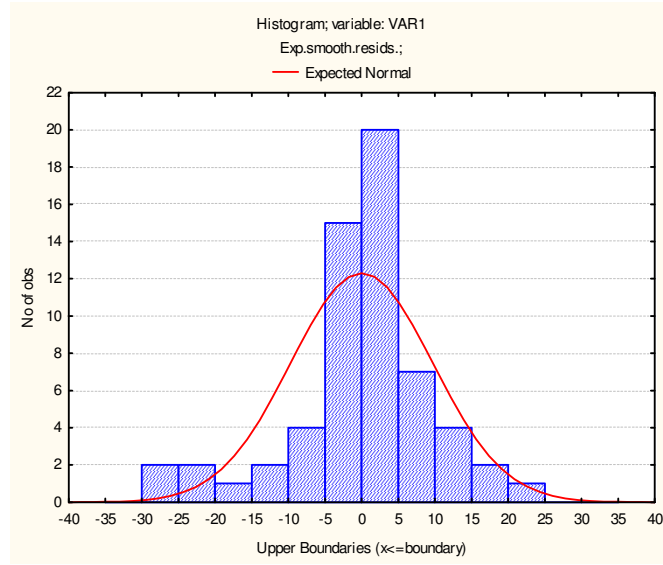
Şekil Ek 3.2. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Histogramı



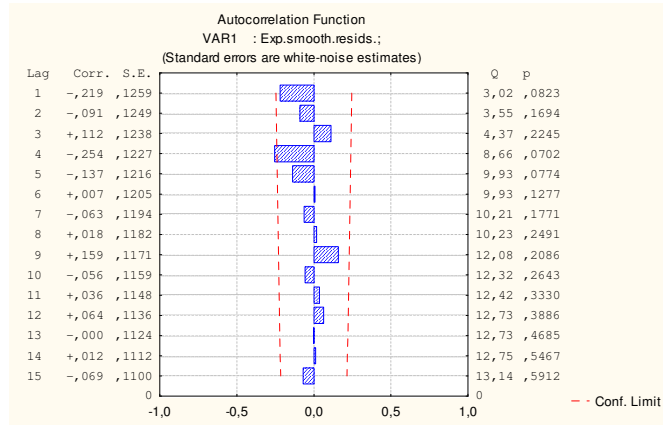
Şekil Ek 3.3. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği



Şekil Ek 3.4. Trend Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

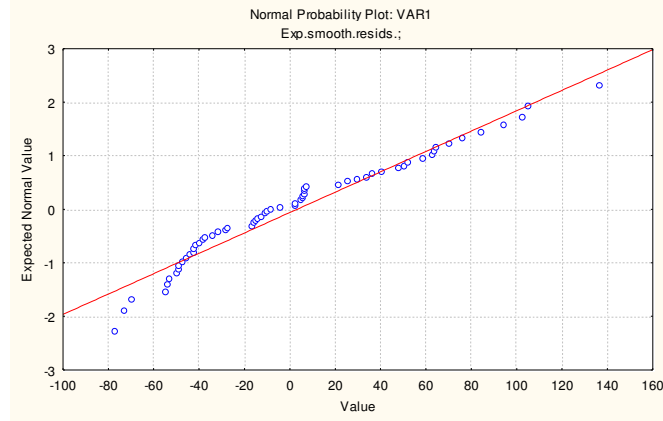


Şekil Ek 3.5. Trend Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

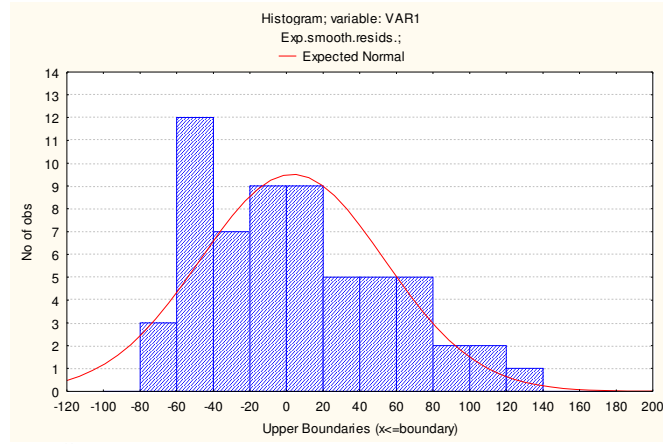


Şekil Ek 3.6. Trend Üstel Düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

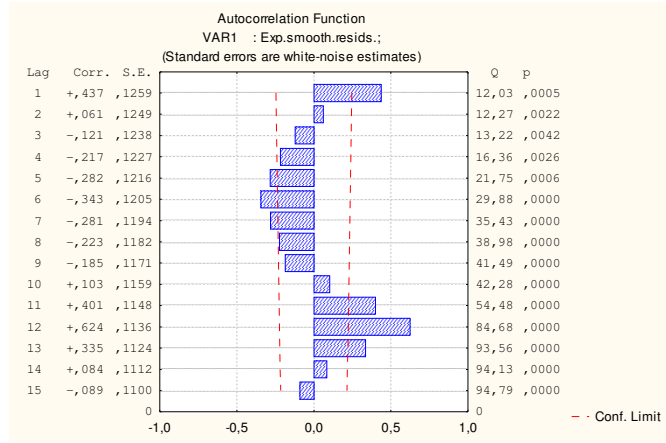
Numune 3'e Ait Veriler



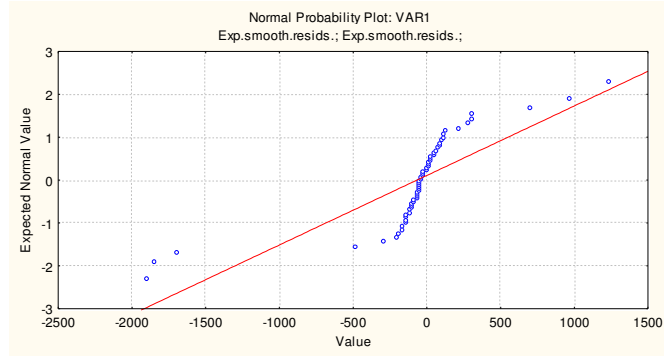
Şekil Ek 3.7. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği



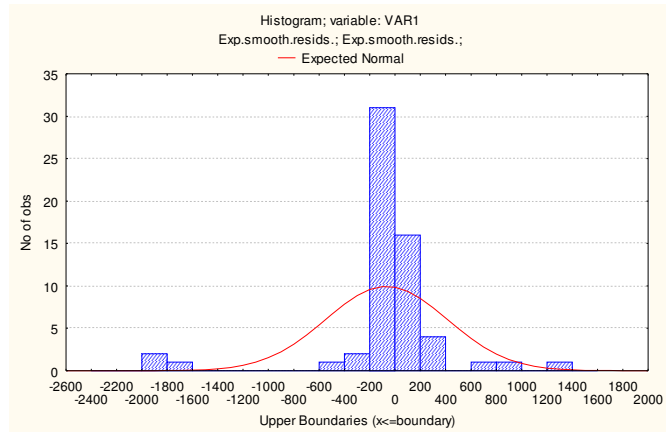
Şekil Ek 3.8. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Histogramı



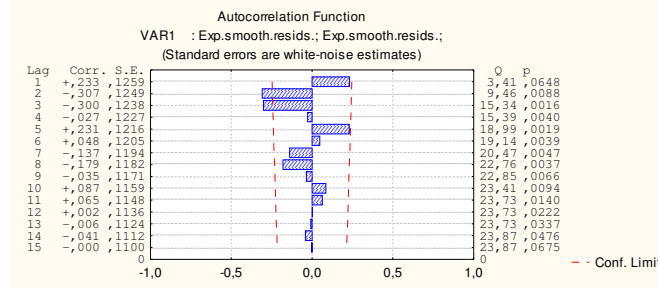
Şekil Ek 3.9. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği



Şekil Ek 3.10. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

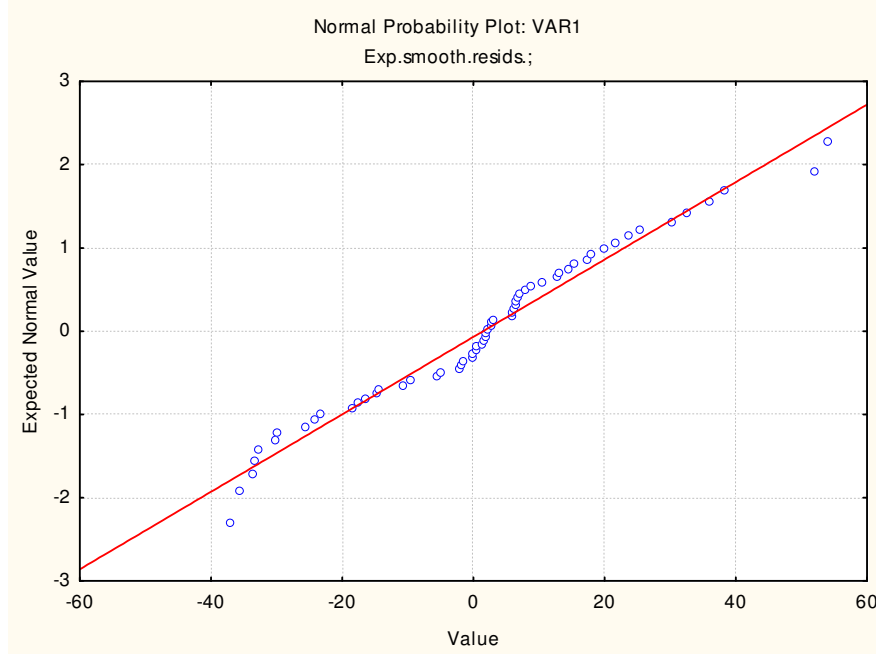


Şekil Ek 3.11. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

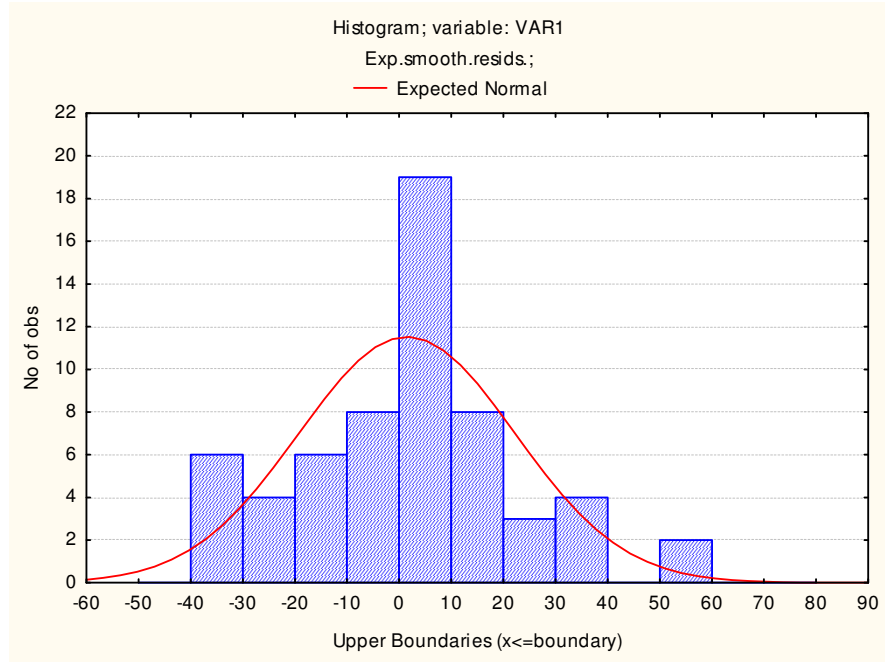


Şekil Ek 3.12.Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

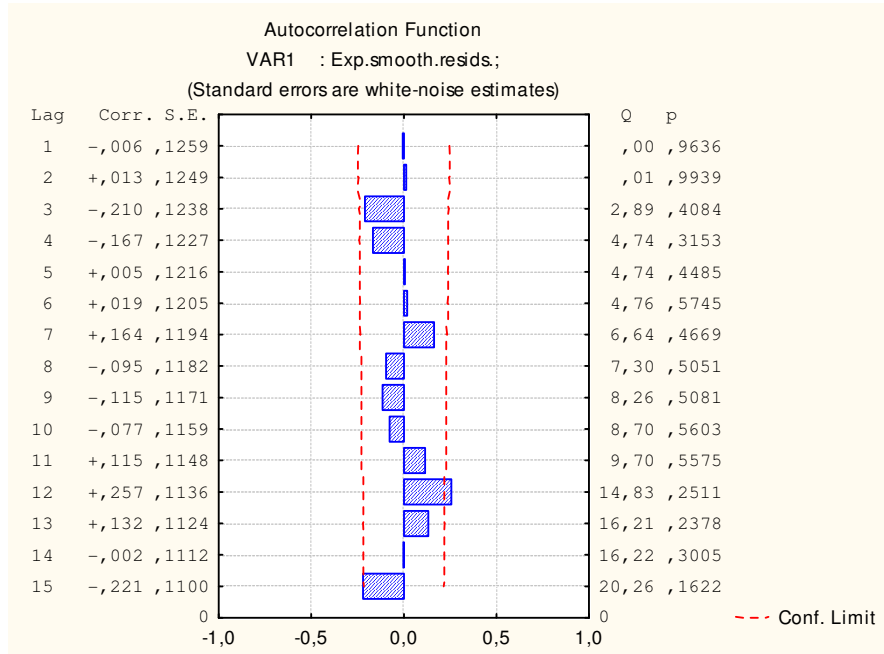
Numune 4'e Ait Veriler



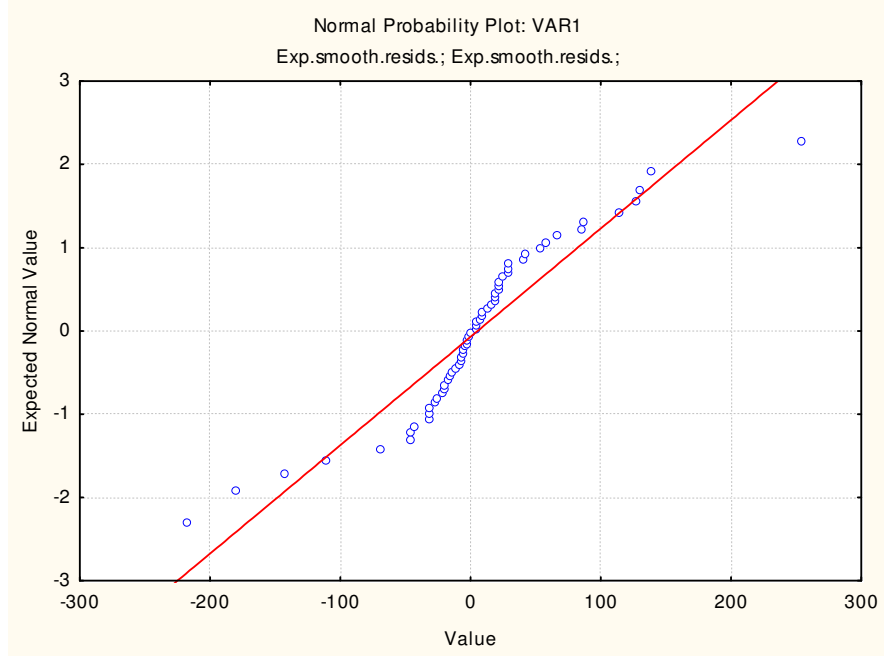
Şekil Ek 3.13.Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği



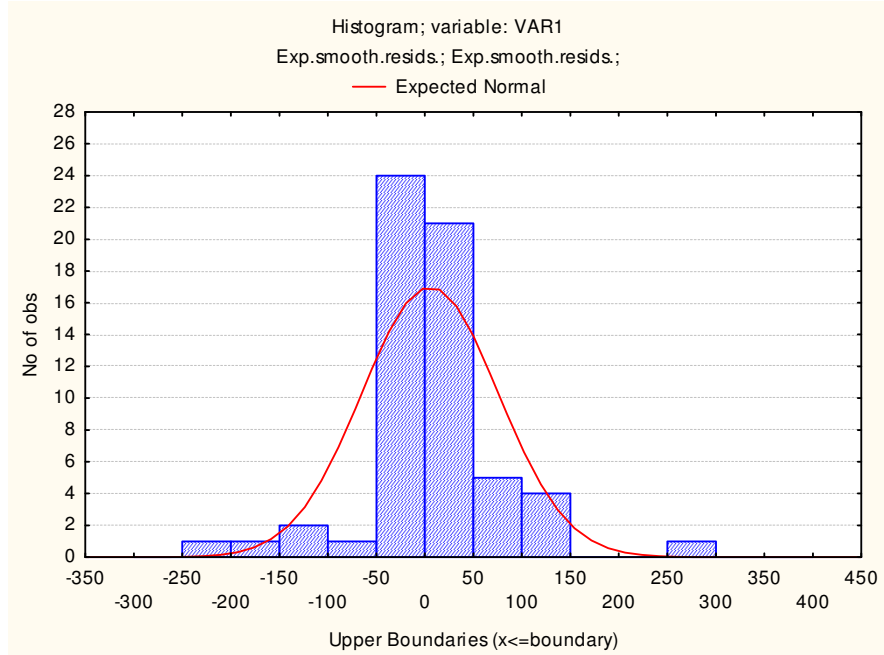
Şekil Ek 3.14. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Histogramı



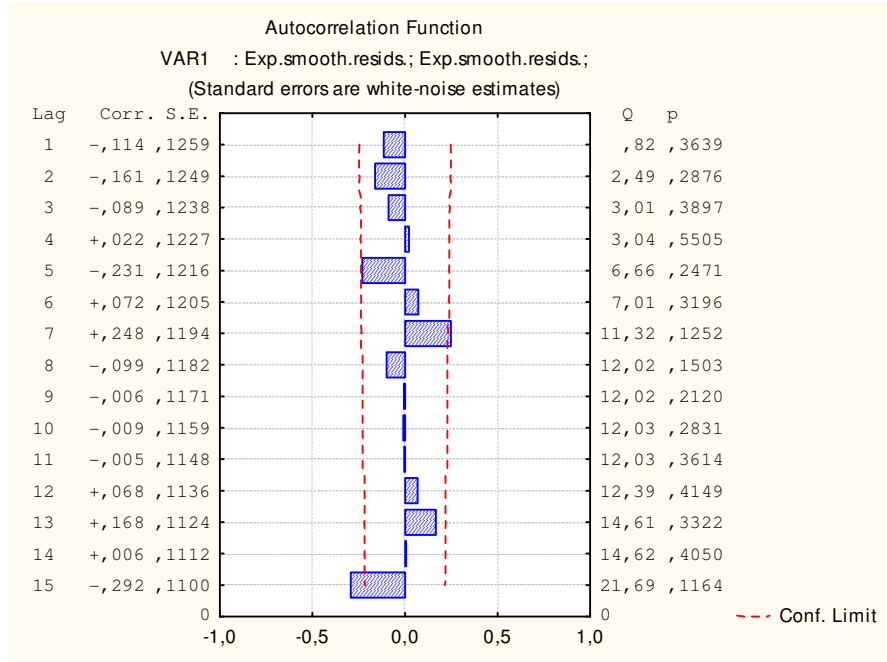
Şekil Ek 3.15. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği



Şekil Ek 3.16.Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

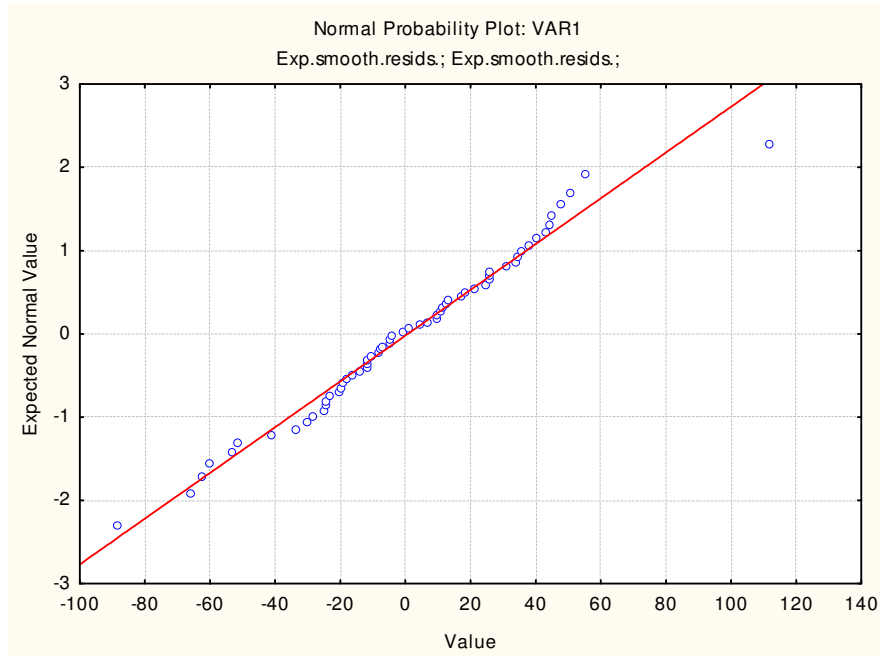


Şekil Ek 3.17.Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

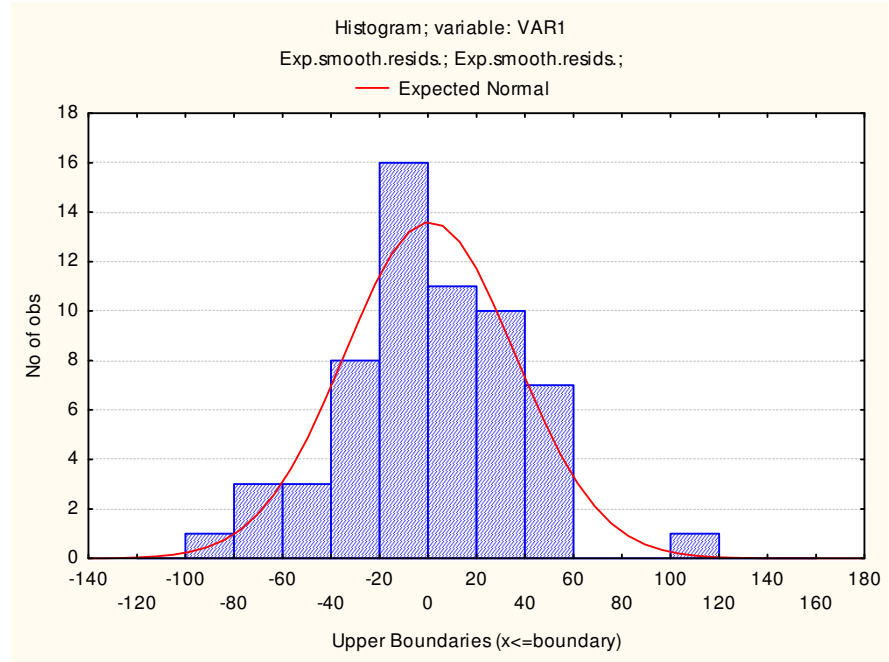


Şekil Ek 3.18.Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

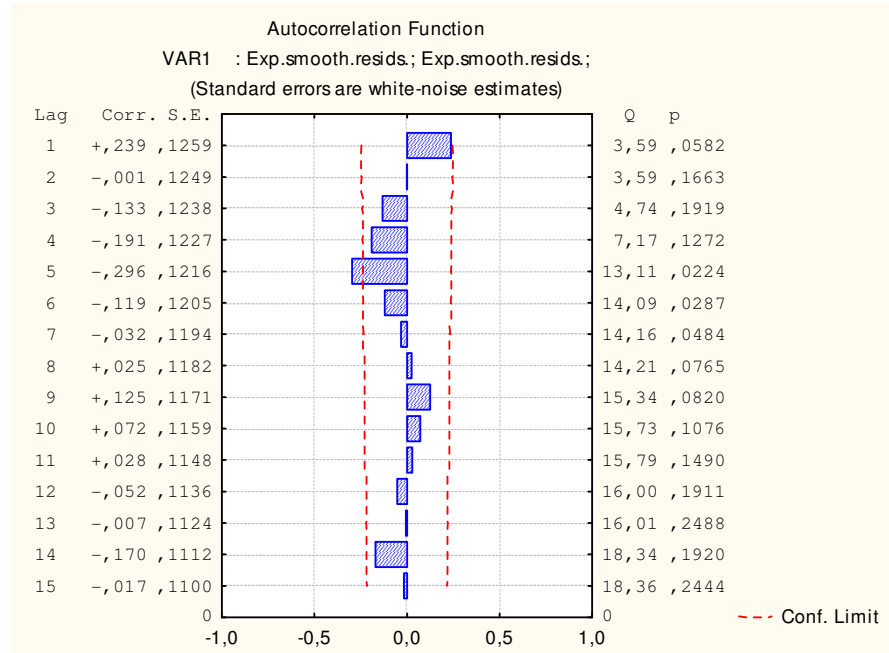
Numune 5'e Ait Veriler



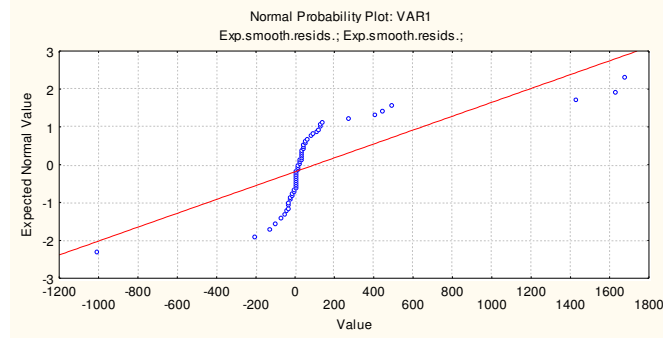
Şekil Ek 3.19.Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği



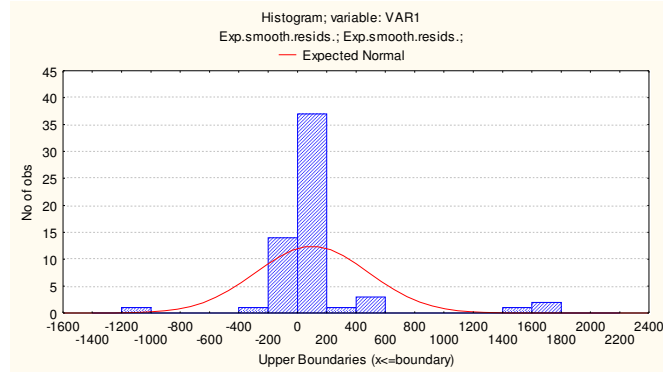
Şekil Ek 3.20. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Histogramı



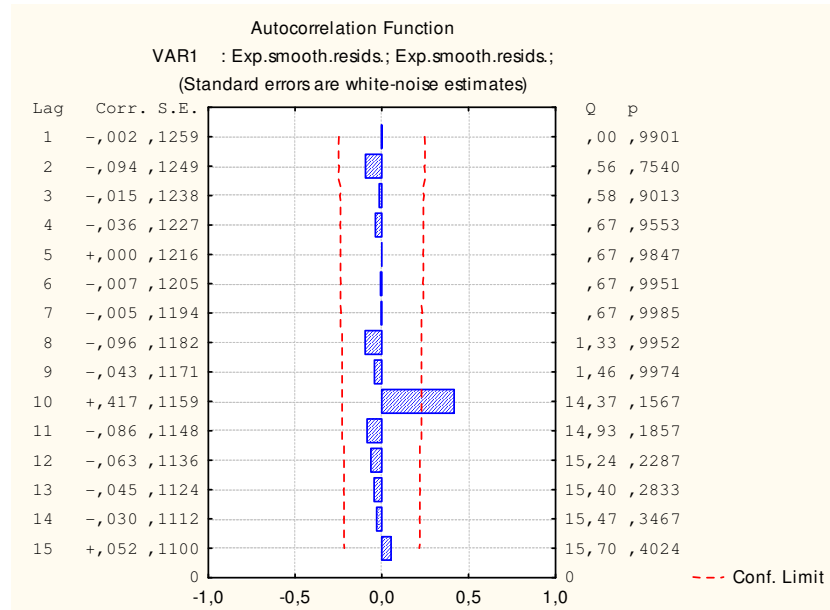
Şekil Ek 3.21. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği



Şekil Ek 3.22.Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

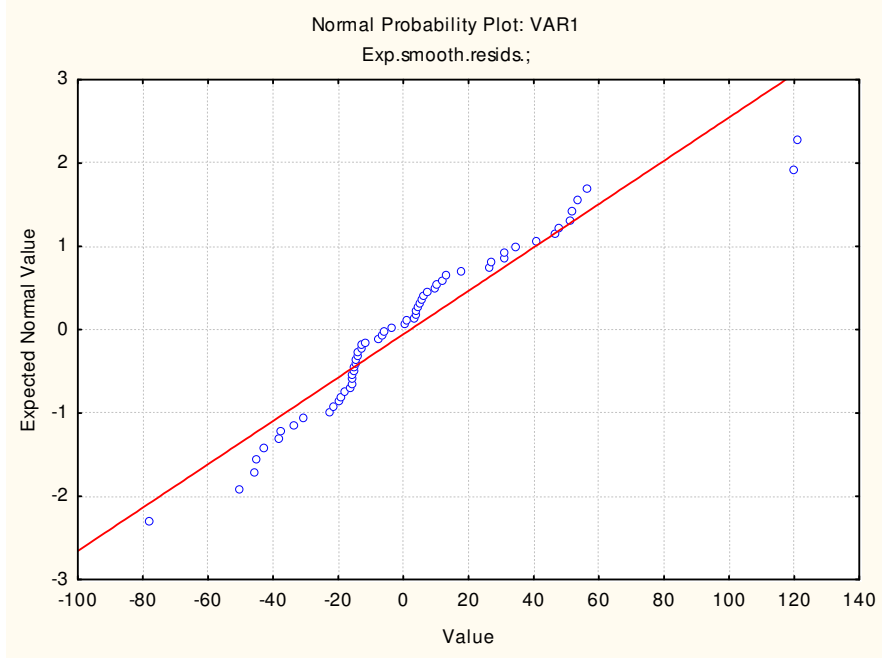


Şekil Ek 3.23.Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

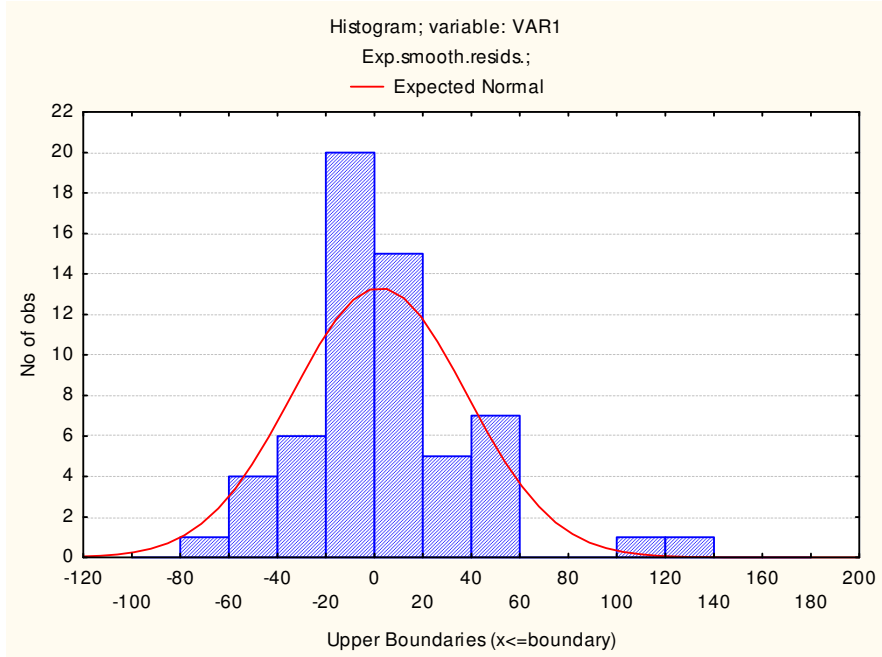


Şekil Ek 3.24.Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

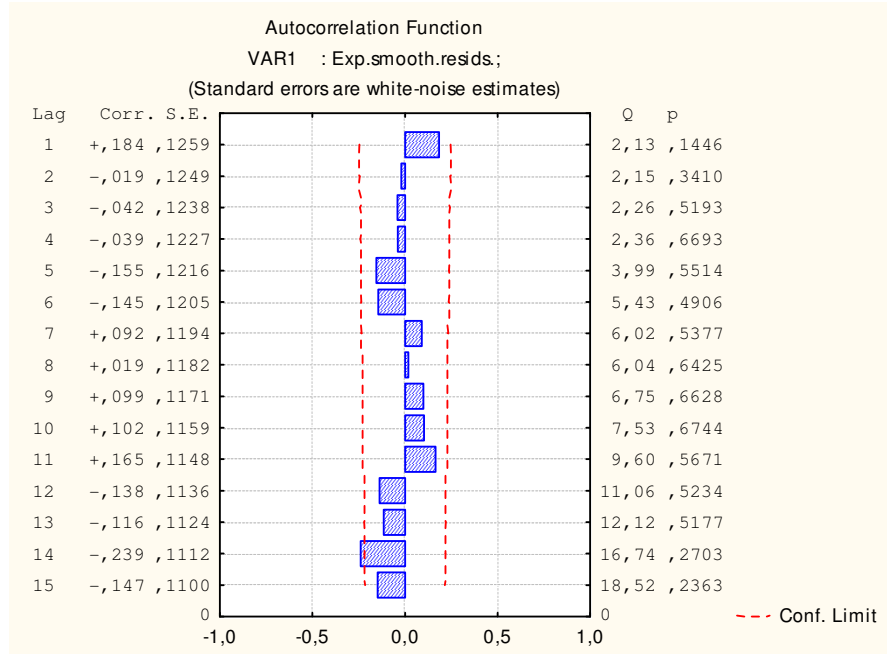
Numune 6'ya Ait Veriler



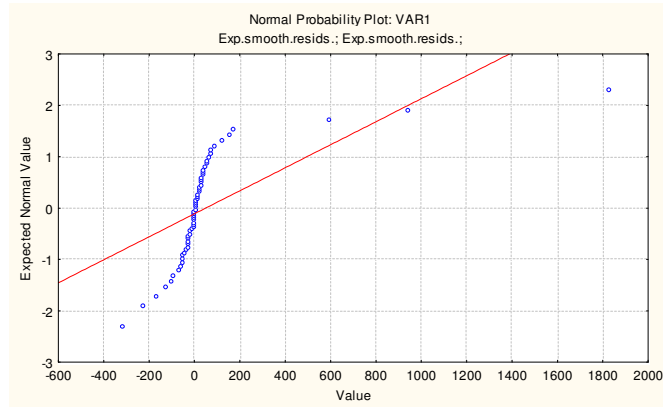
Şekil Ek 3.25. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği



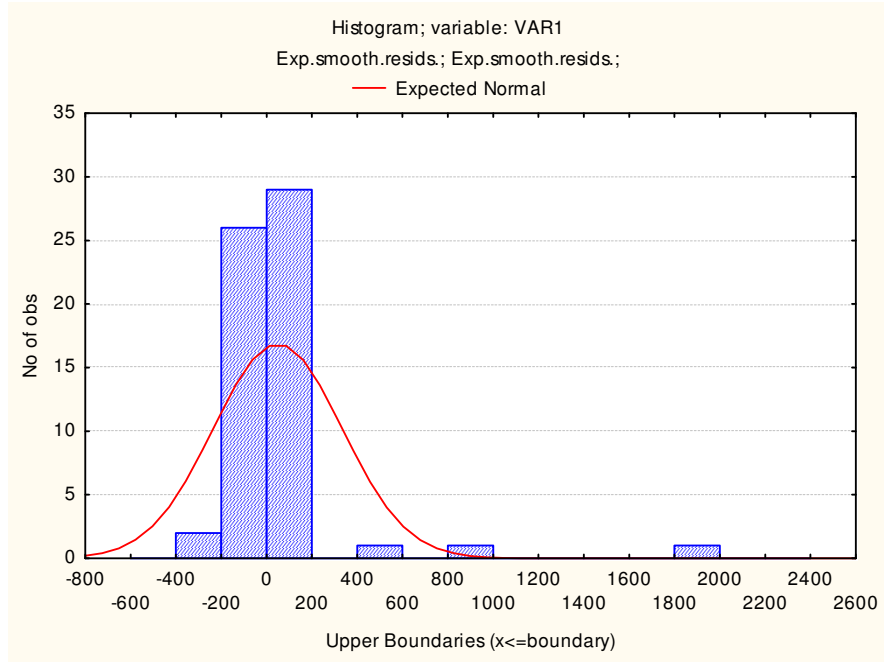
Şekil Ek 3.26. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Histogramı



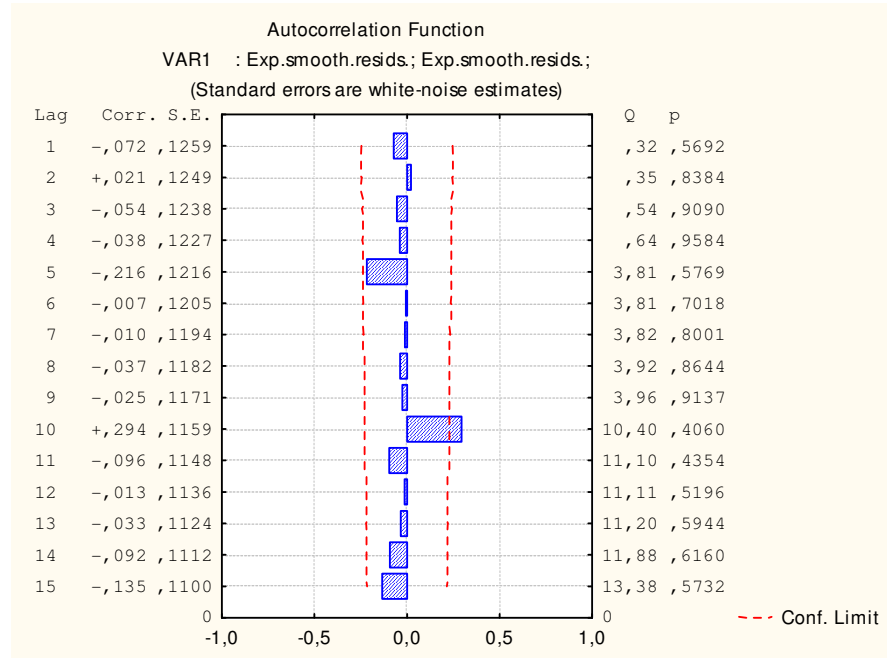
Şekil Ek 3.27. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği



Şekil Ek 3.28. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

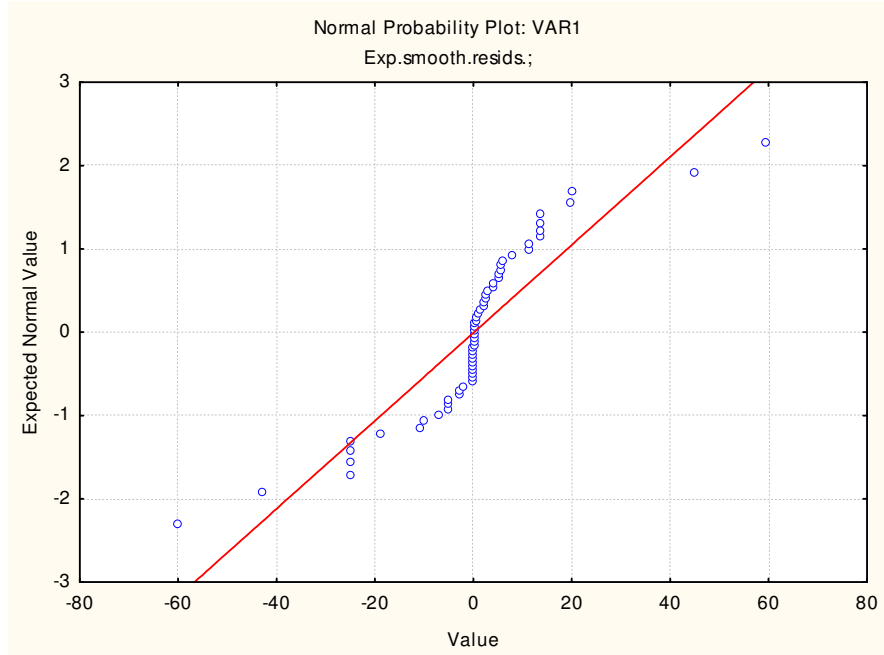


Şekil Ek 3.29.Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

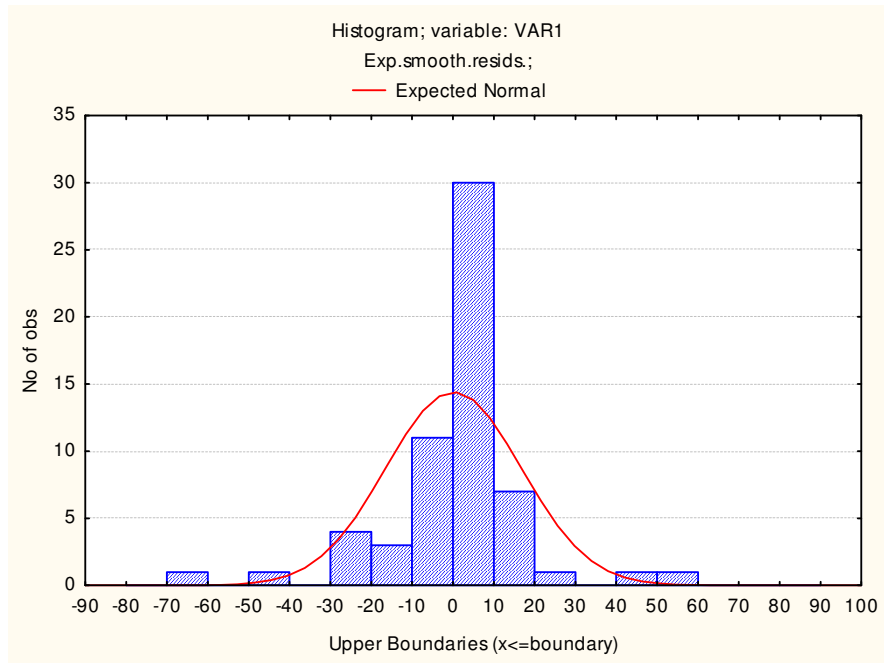


Şekil Ek 3.30.Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

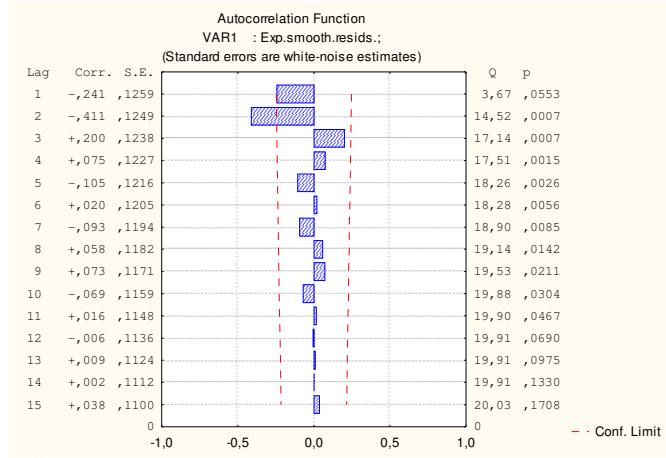
Numune 7'ye Ait Veriler



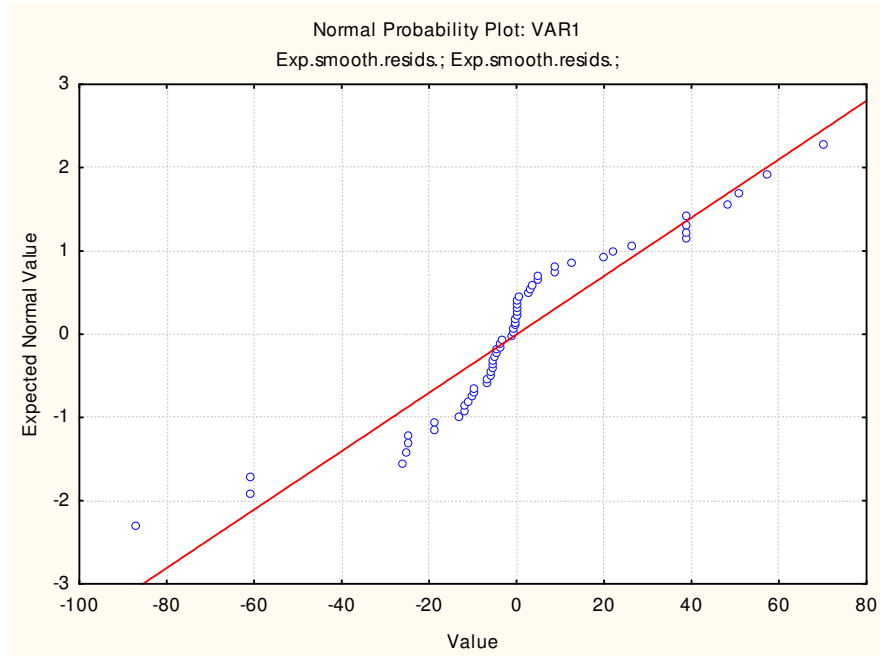
Şekil Ek 3.31. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği



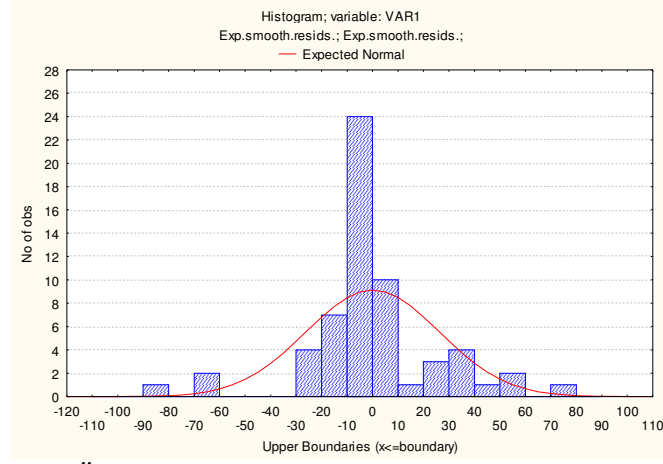
Şekil Ek 3.32. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Histogramı



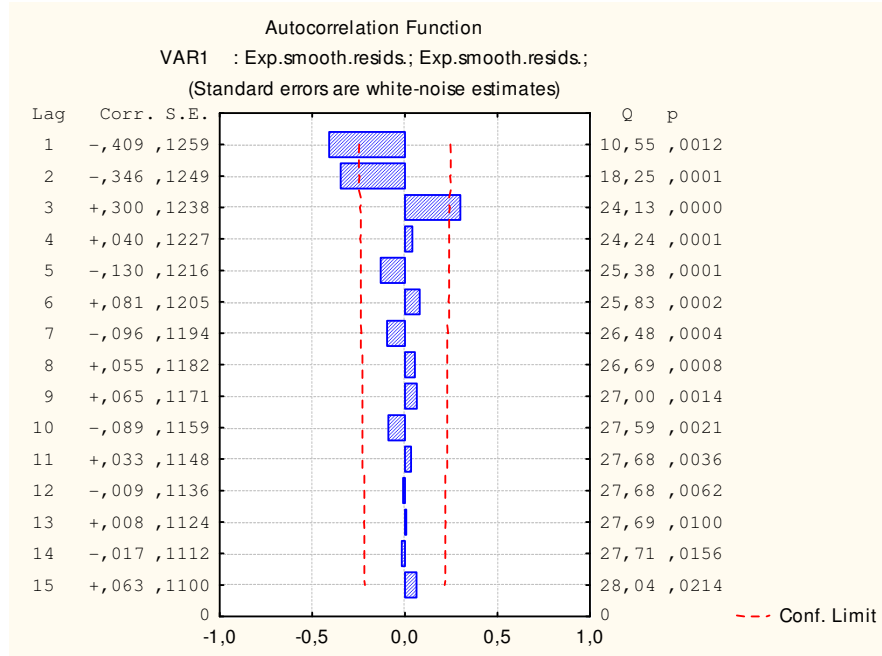
Şekil Ek 3.33. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği



Şekil Ek 3.34.Trend Üstel düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

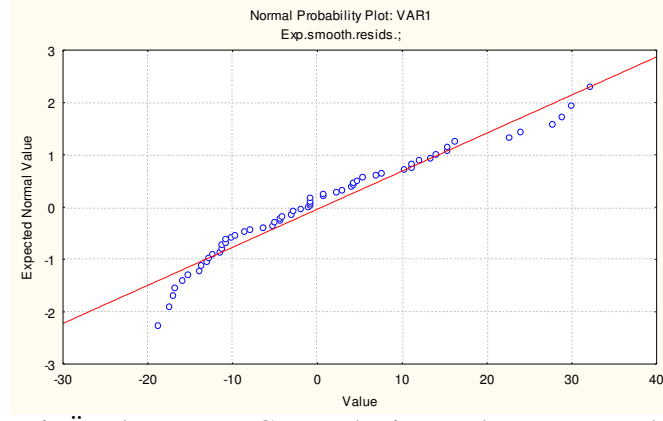


Şekil Ek 3.35.Trend Üstel düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

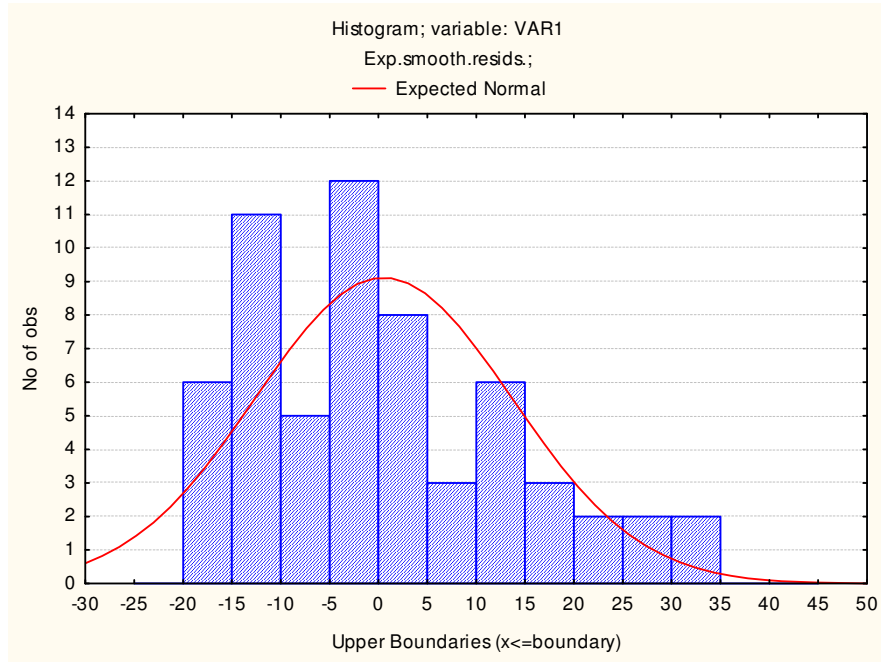


Şekil Ek 3.36.Trend Üstel düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

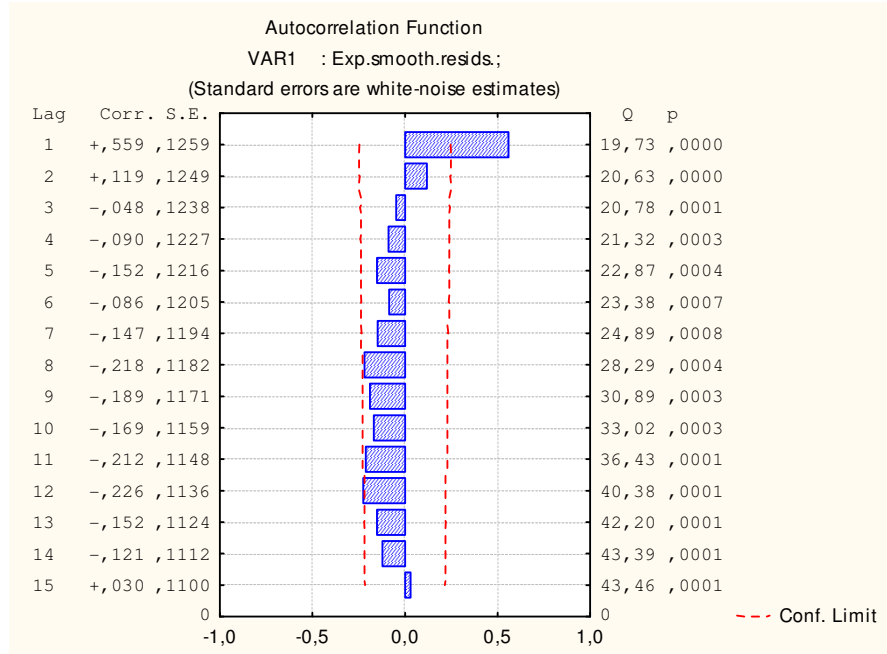
Numune 8'e Ait Veriler



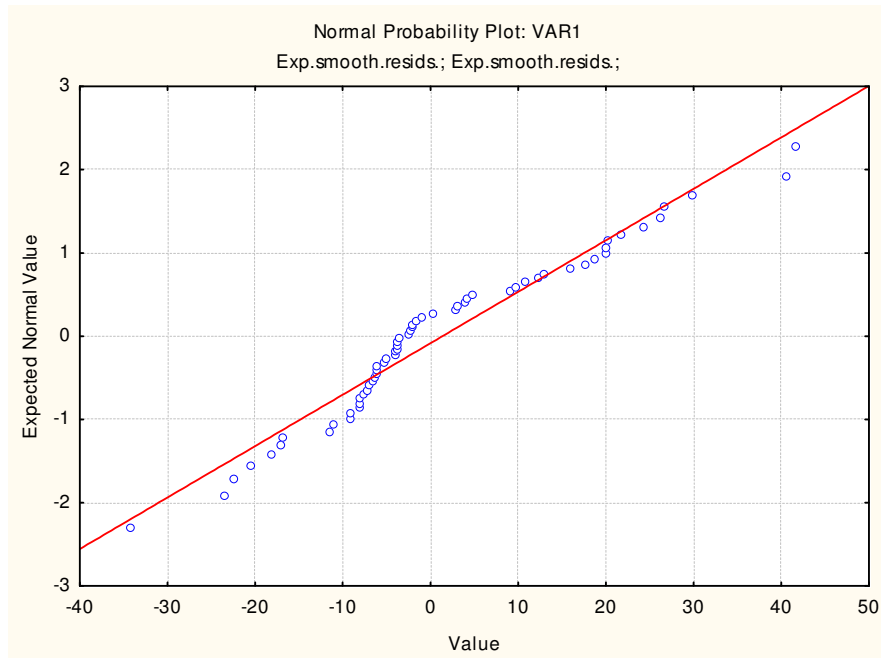
Şekil Ek 3.37. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği



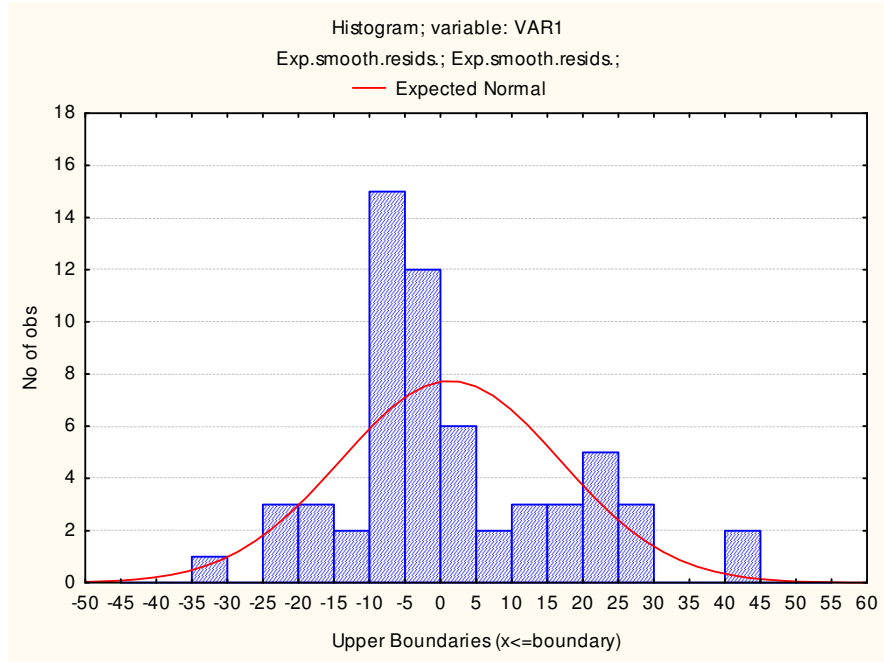
Şekil Ek 3.38. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Histogramı



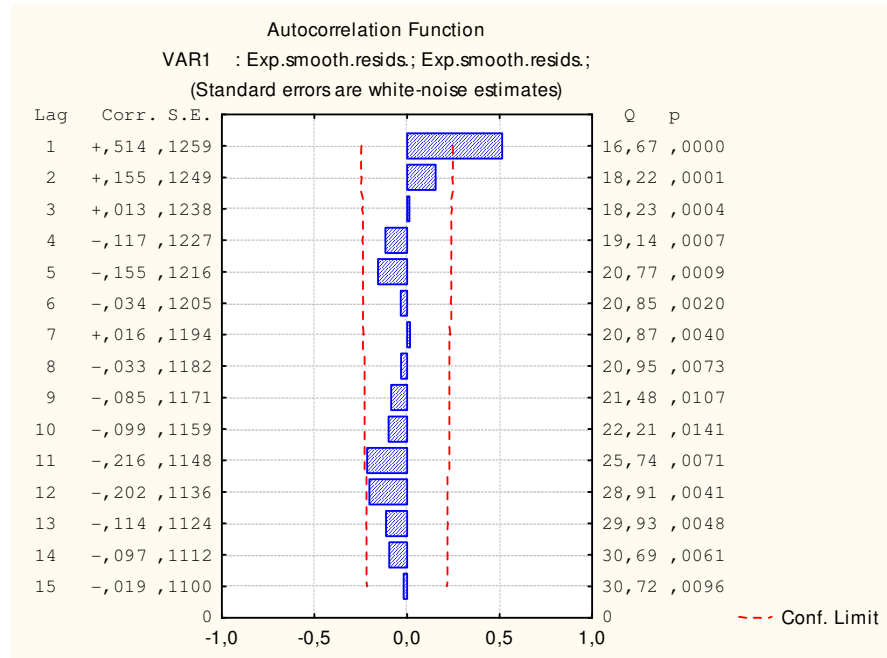
Şekil Ek 3.39. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği



Şekil Ek 3.40.Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

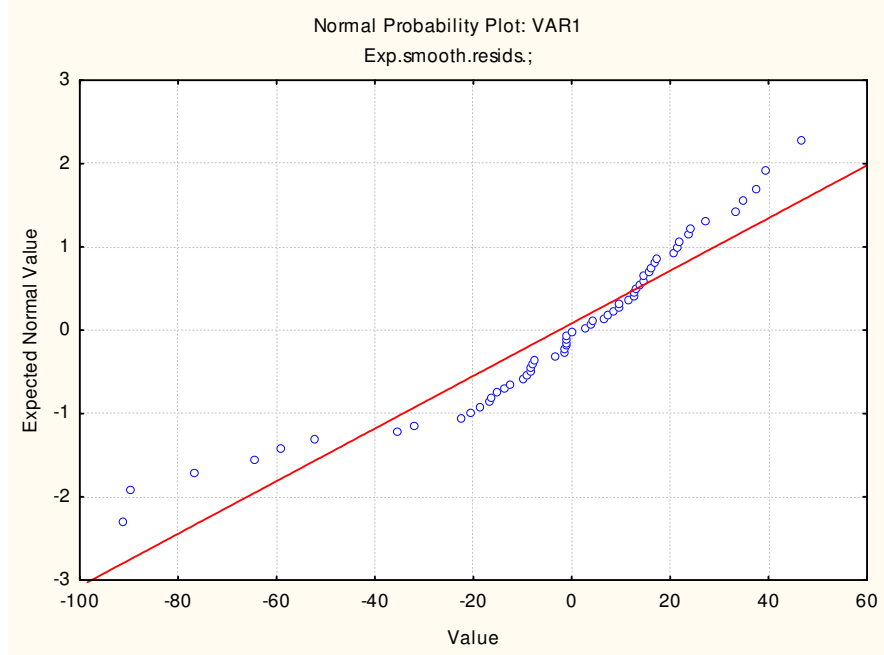


Şekil Ek 3.41.Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogram

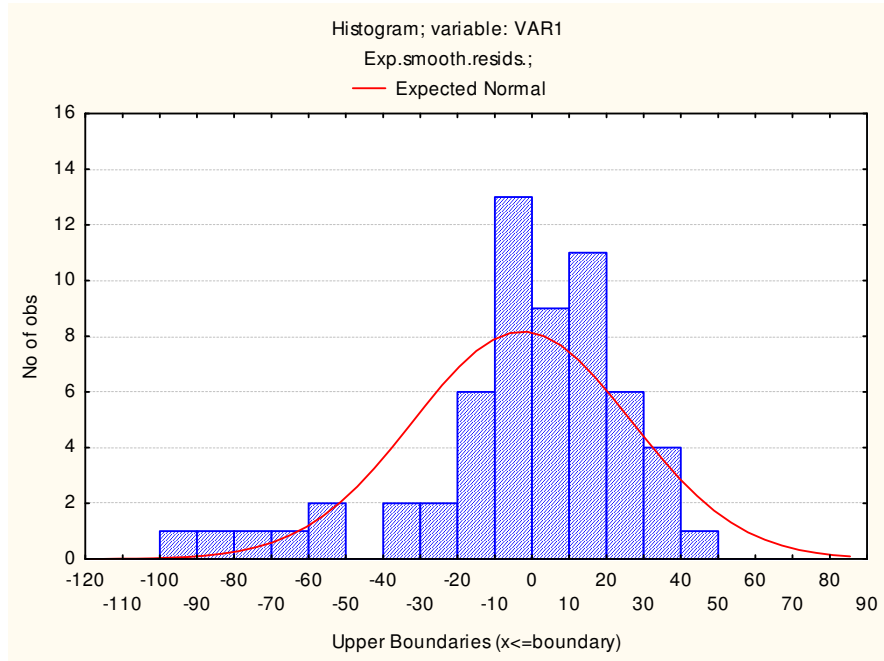


Şekil Ek 3.42.Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

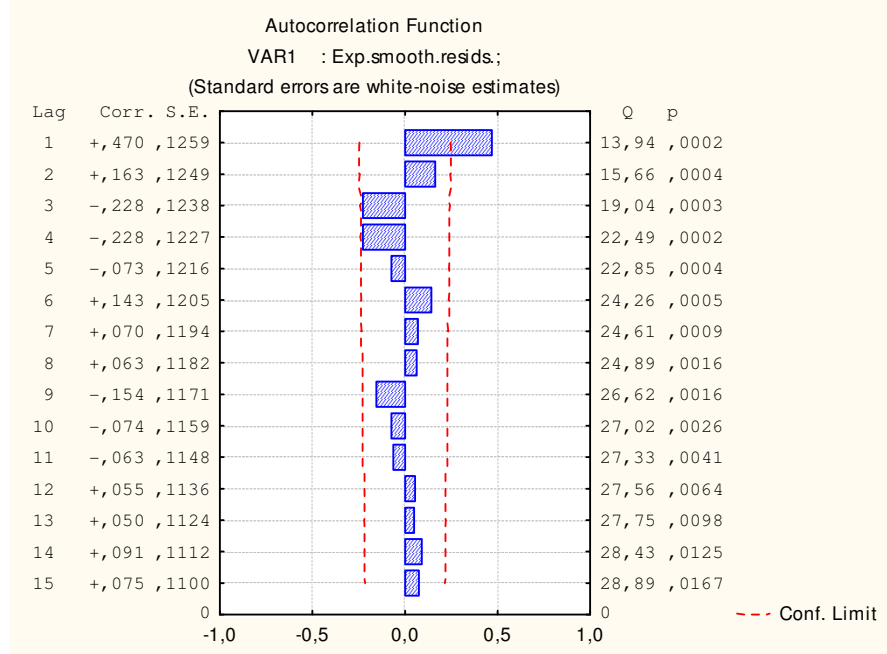
Numune 9'a Ait Veriler



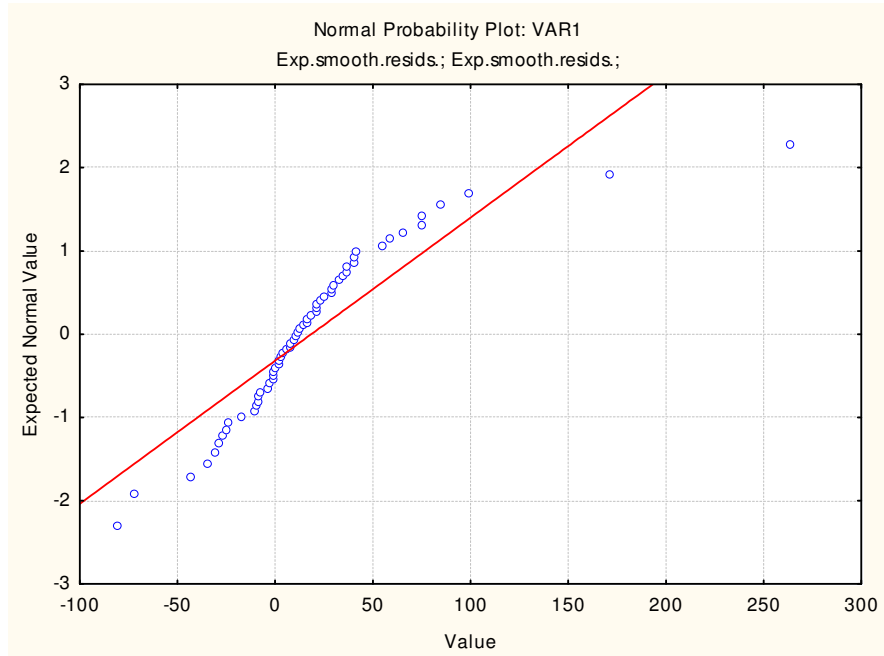
Şekil Ek 3.43.Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği



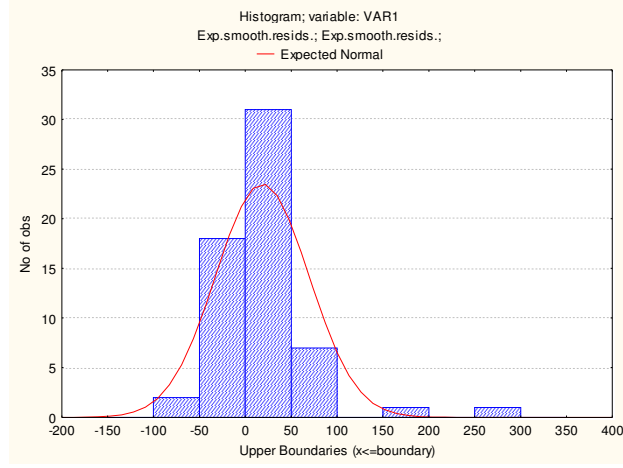
Şekil Ek 3.44. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Histogramı



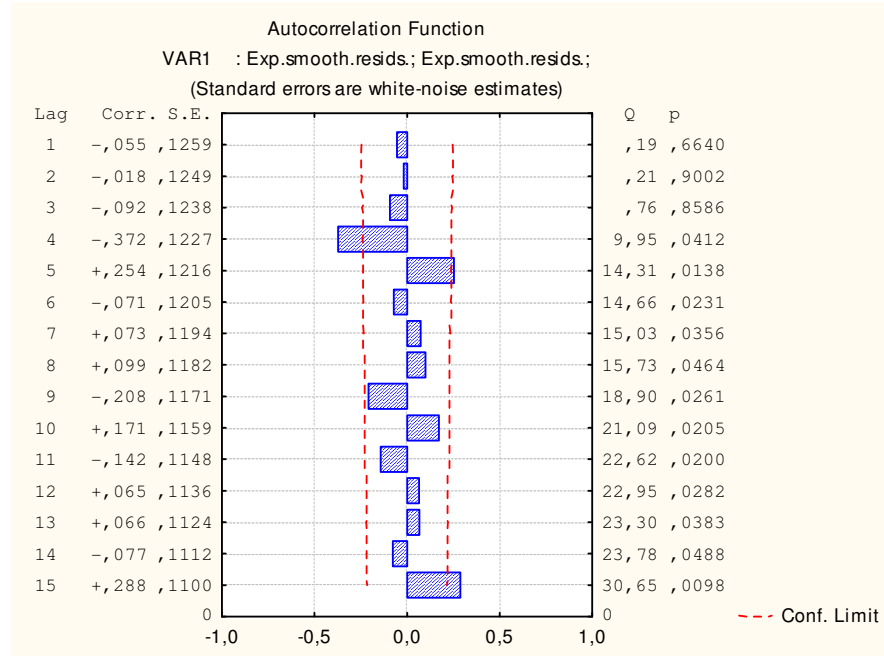
Şekil Ek 3.45. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği



Şekil Ek 3.46. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği

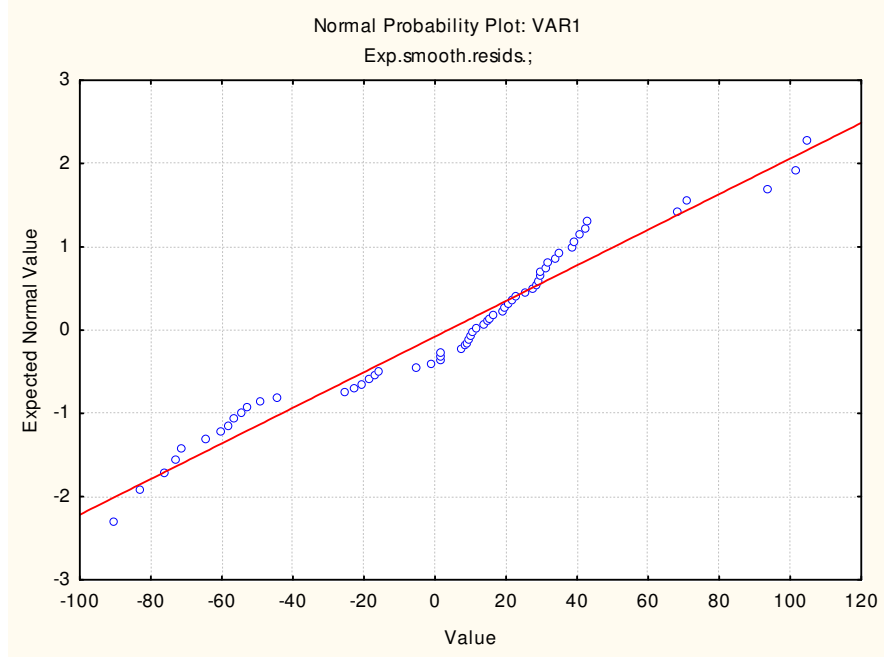


Şekil Ek 3.47. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı

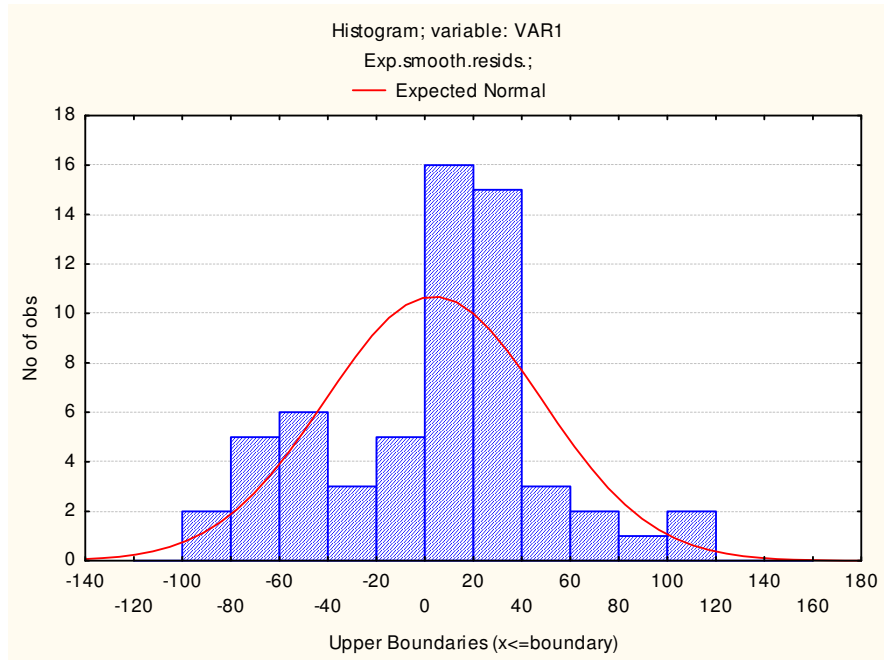


Şekil Ek 3.48. Tam Winters Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

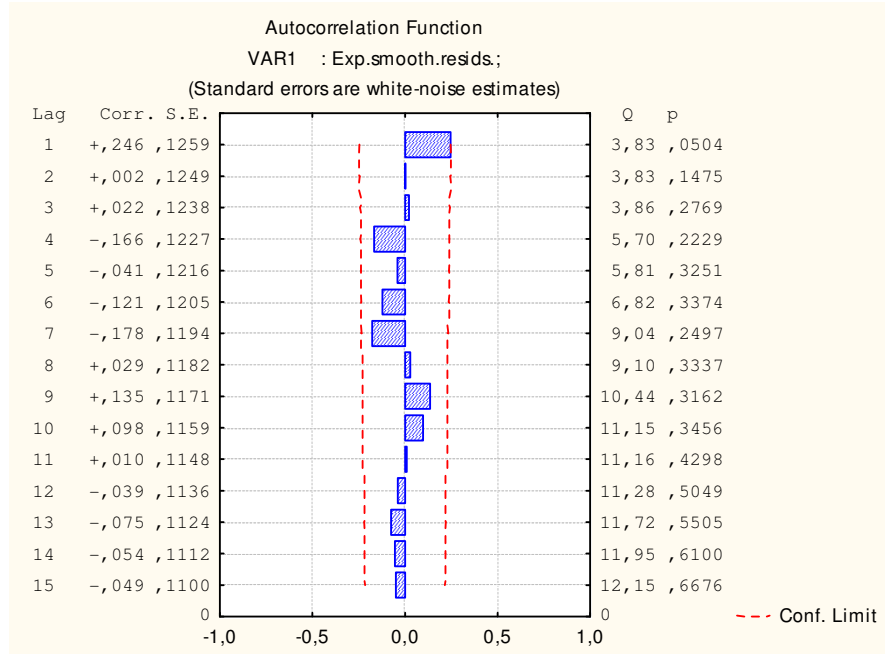
Numune 10'a Ait Veriler



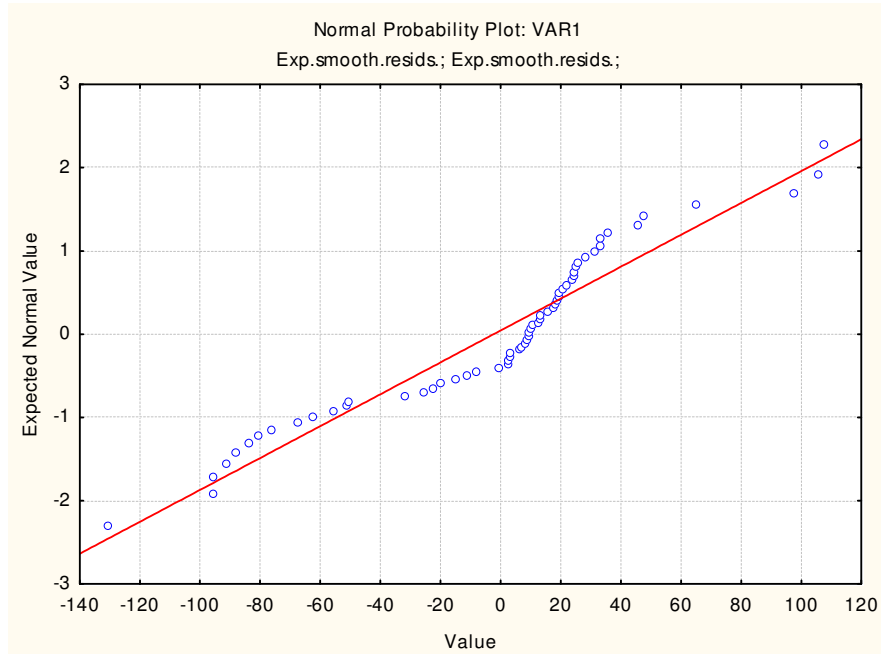
Şekil Ek 3.49.Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği



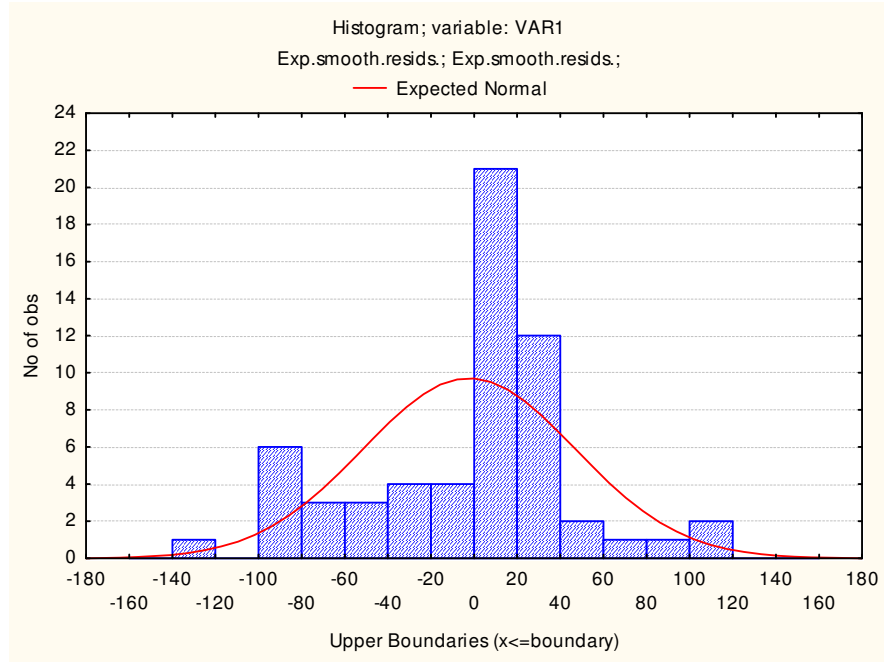
Şekil Ek 3.50. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Histogramı



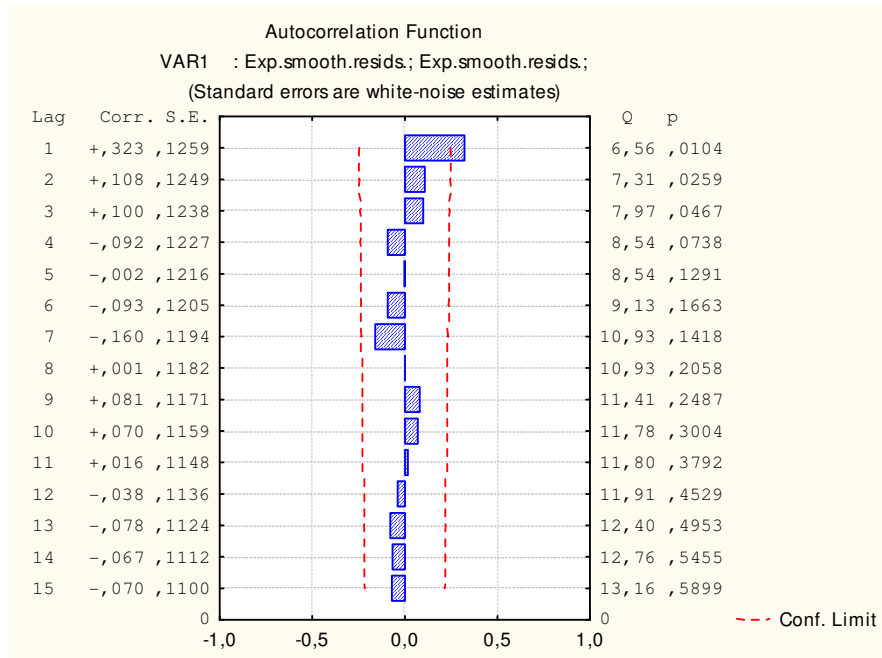
Şekil Ek 3.51. Basit Üstel Yönteme Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği



Şekil Ek 3.52.Trend Üstel düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Normal Olasılık Grafiği



Şekil Ek 3.53.Trend Üstel düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Histogramı



Şekil Ek 3.54.Trend Üstel düzeltme Yöntemine Göre Tahmin Hatalarının Otokorelasyon Grafiği

EK-4. ARENA PRPGRAMI KOMUTLARI

Ek 4.1. BASIC PROCESS KOMUTLARI

CREATE

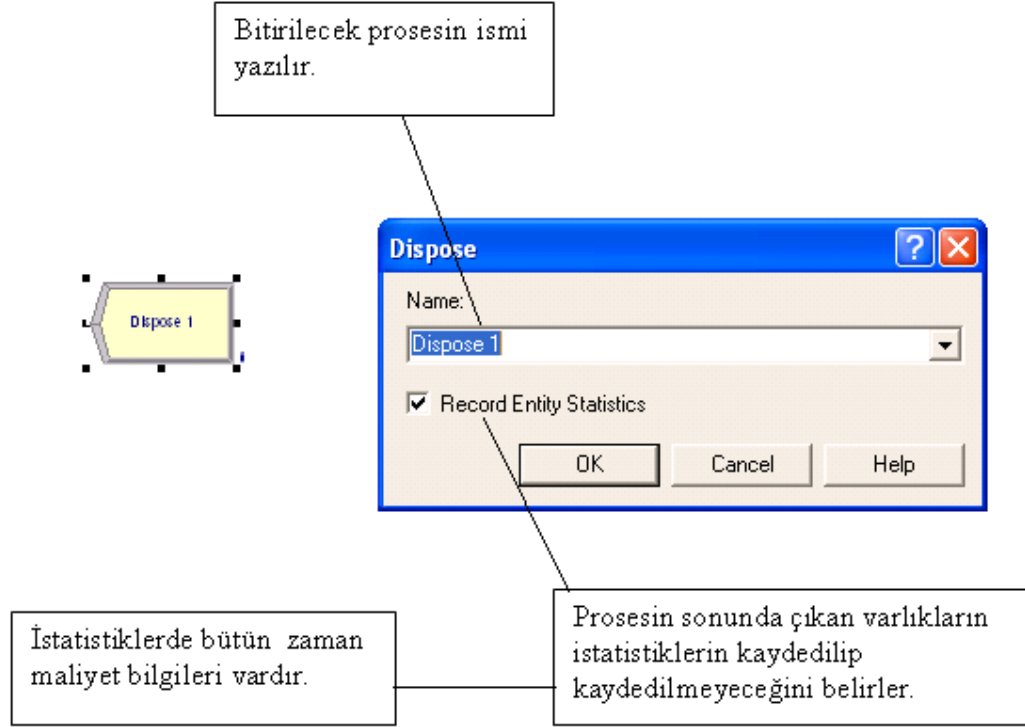
Bu model, bir simülasyon modelinde varlıklar için başlangıç noktası tasarlar. Varlıklar, bir program kullanılarak ya da gelişler arası zamana dayanarak oluşturulur. Varlıklar, sistem içinden sürecin başlamasından sonra modülden ayrılırlar (Öztürk,2005)

DISPOSE

Bu modül varlıkların sistemden çıkarılmadan önce istatistiklerini kaydedebilir. Bu istatistiklerde bütün zaman maliyet bilgileri vardır.

Örneğin;

- Tesislerden partilerin ayrılması. (farklı depolara gidecek kamyonlar)
- Bir iş prosesinin sonlandırılması.
- Müşterinin mağazadan ayrılması. (Öztürk,2005)



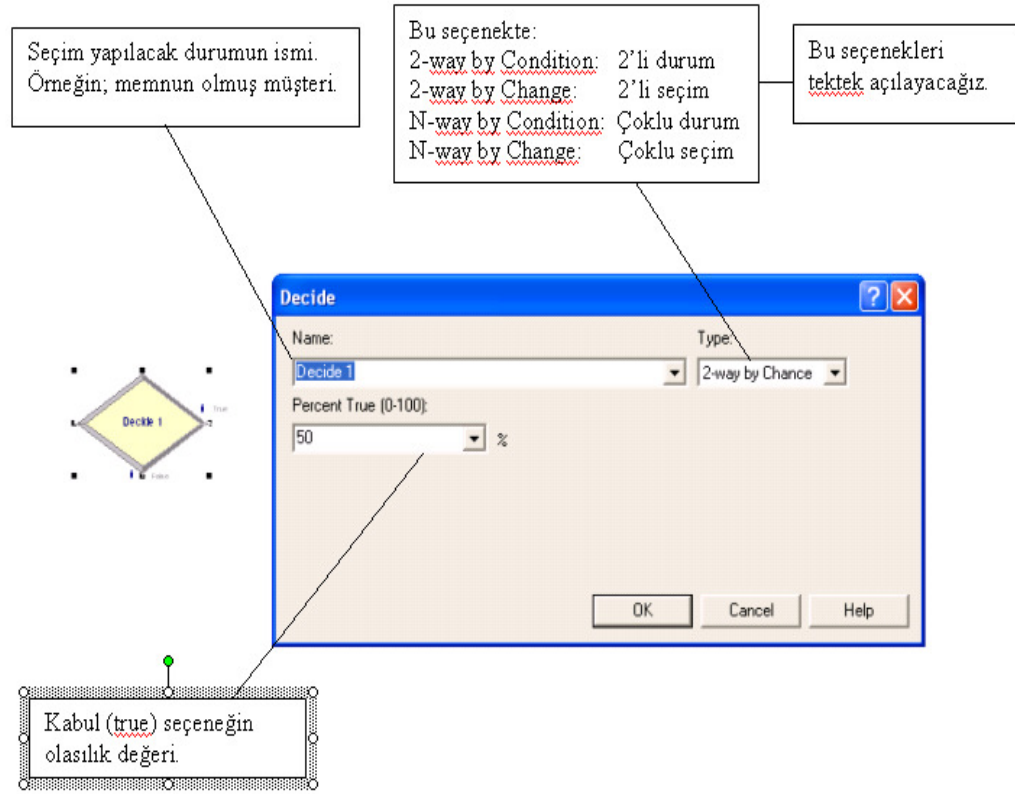
Şekil Ek 4.1. Dispose Modülünün Gösterimi

DECİDE

Bu modül karar almak için kullanılır. Karar alınmasında bir veya birden fazla duruma (koşula) yada bir veya daha fazla olasılıkla (Örneğin ; % 75 doğru % 25 yanlış) seçmeyi içerir. Durumlar, özellik değerlerini, değişken değerlerini, varlık tiplerini yada bir ifadeye dayanabilir. Decide modulünde her ihtimal için birer çıkış noktası vardır.

Örneğin;

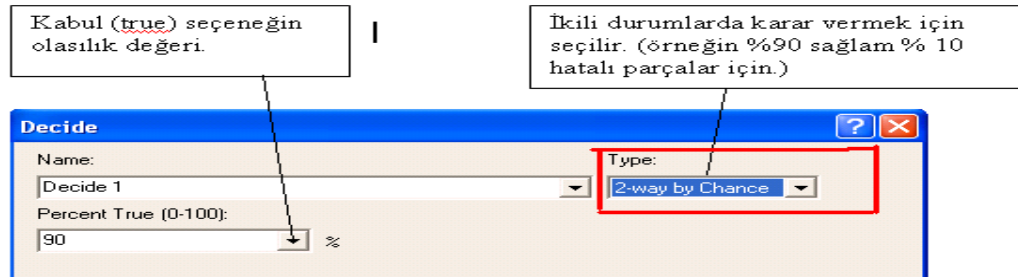
- Yeniden çalışma için bir tesis kısmına gönderilmesi (dağıtılması)
- Denetimden reddedilmiş vs. onaylanmasının dallandırılması
- Atanmış bir işi öncelikli müşterilere gönderilmesi



Şekil Ek 4.2. Decide Modülünün Gösterimi (Öztürk, 2007)

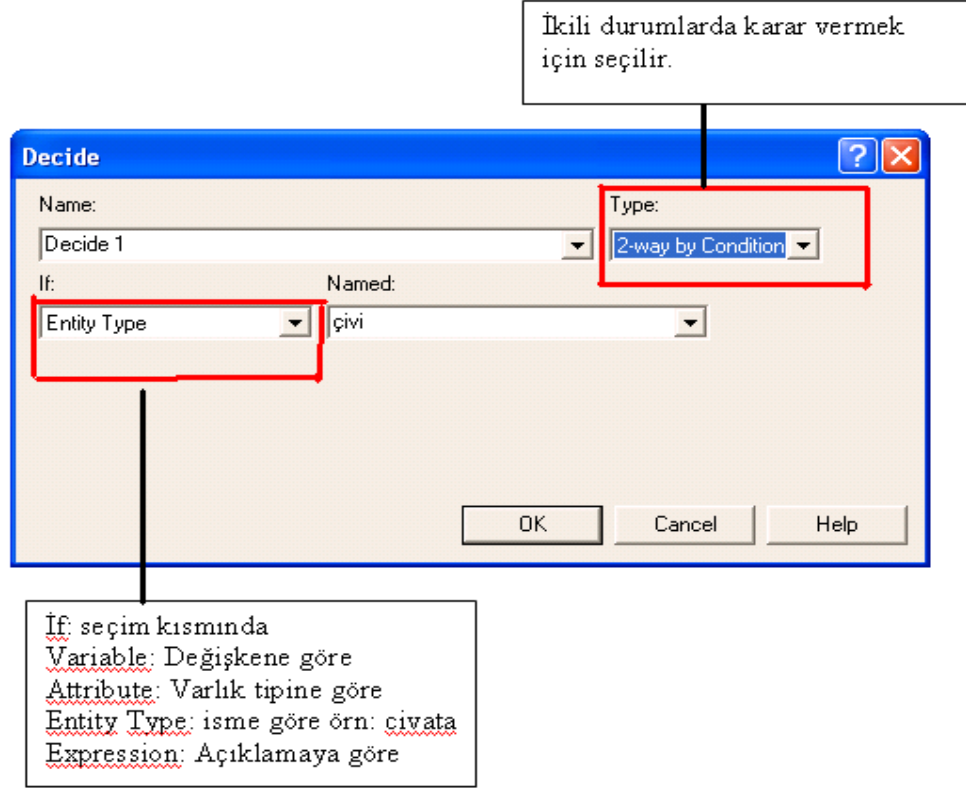
TYPE seçeneklerini şu şekilde açıklanabilir;

TYPE: 2-way by Change = 2'li seçim. Sadece iki ihtimalin olduğu durumlarda seçilir. Örneğin %2 si hurdaya ayrılacaksa kullanılır.



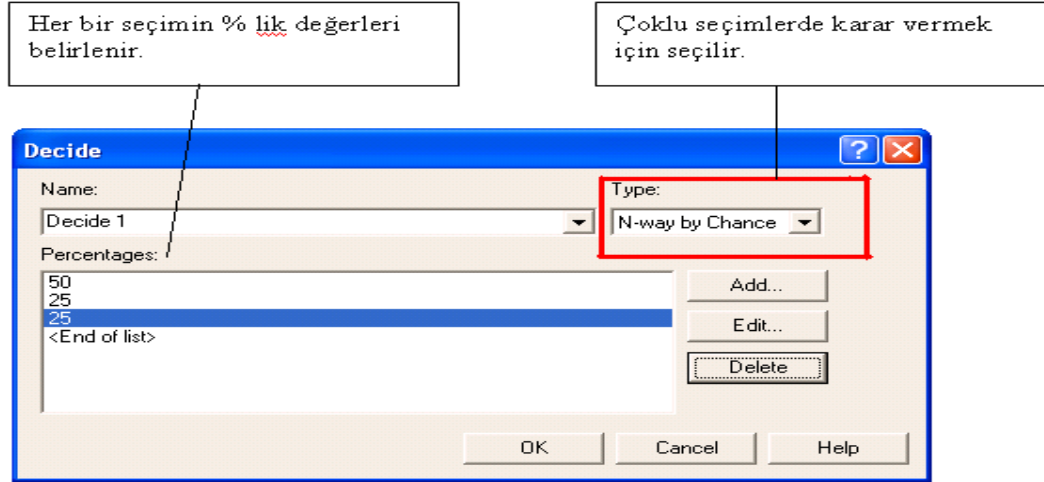
Şekil Ek 4.3. Type Modülünün Gösterimi

TYPE: 2-way by Condition = 2'li Durum İki farklı durum olduğunda bunların hangisinin seçileceğine karar verilir. Burada varlıklar sayılarına sayılarına veya türlerine göre ayrılabilir.



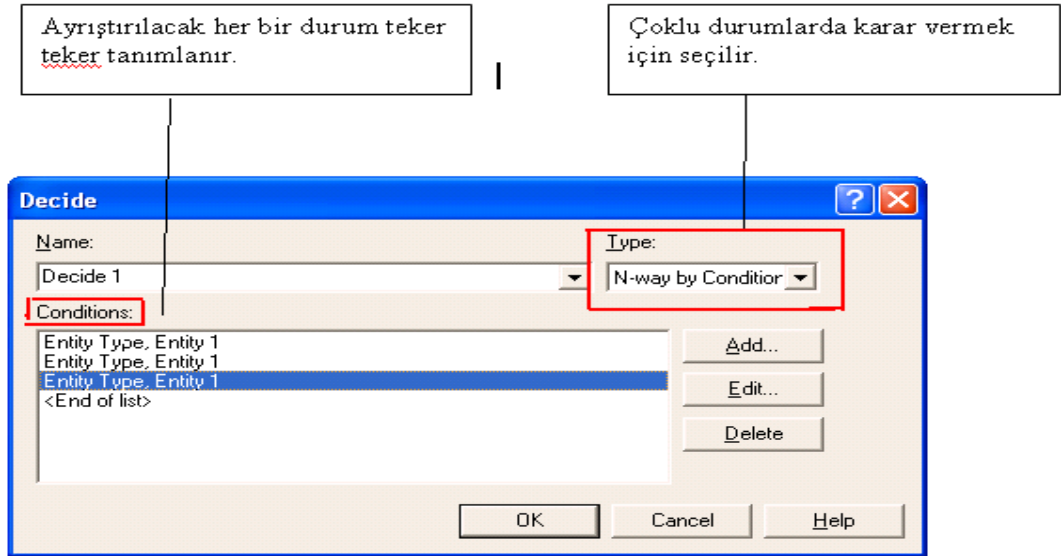
Şekil Ek 4.4. Type 2-way by Condition Modülünün Gösterimi

TYPE: N-way by Change = Çoklu seçim



Şekil Ek 4.5. Type N-way by Change Modülünün Gösterimi

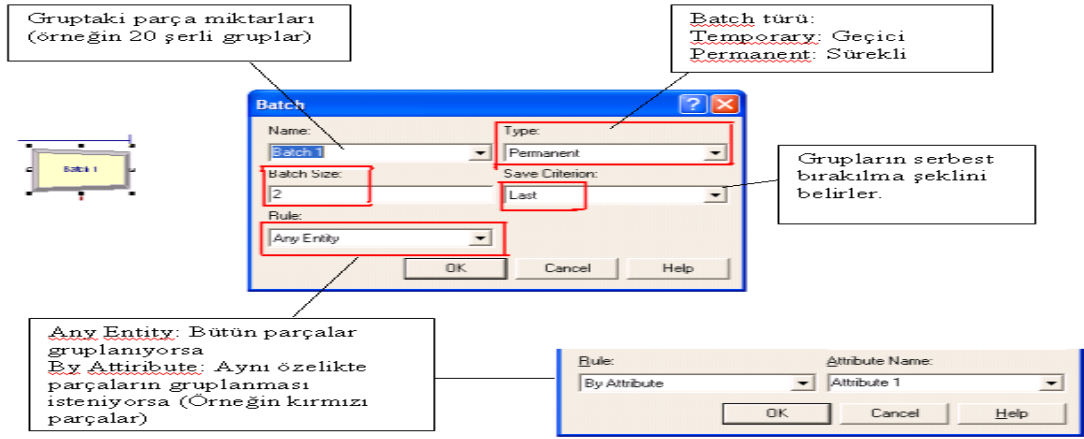
TYPE: N-way by Condition = Çoklu Seçim. İki'den daha fazla durum söz konusu olduğunda seçilir.



Şekil Ek 4.6. Type N-way by Condition Modülünün Gösterimi

BATCH

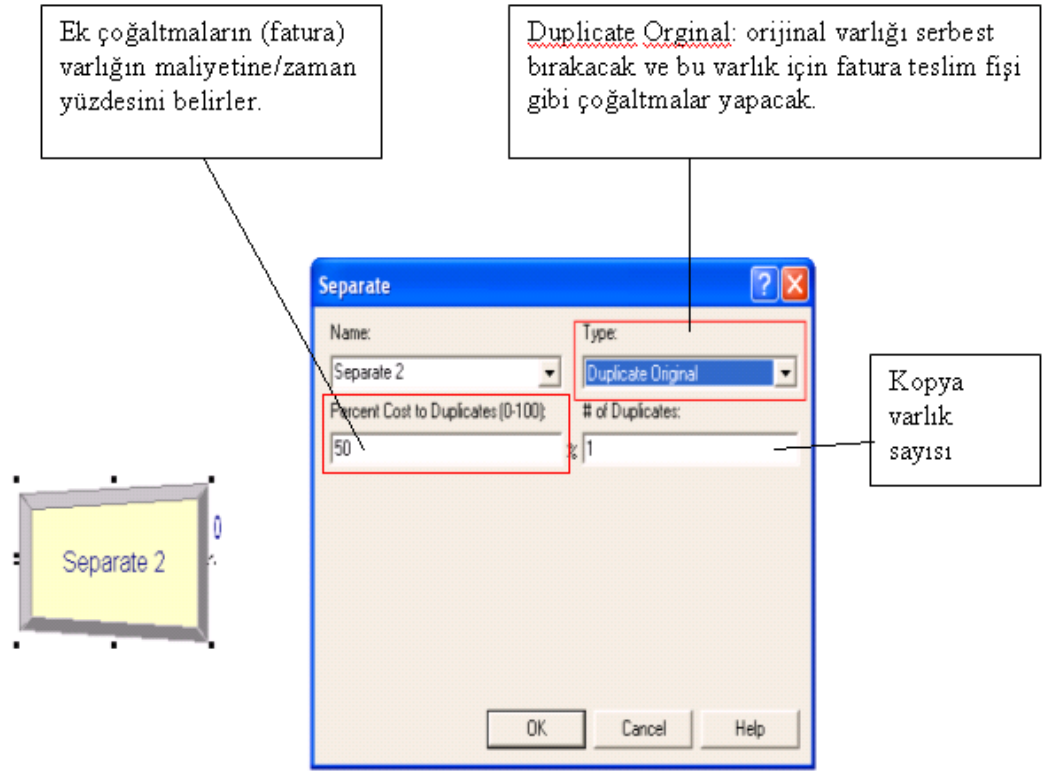
Bu modül varlıkları sürekli veya geçici olarak gruplaya bilir (örneğin: proseste; parçaları taşımak için kutulamak.). Geçici Batch, daha sonra Separete modülüyle daha sonra bölünmelidir. Batch'lar, giren varlıkları belirtilmiş sayıyla yapılabilir yada bir özelliğe dayanarak diğeriyle eşleştirilebilir. Gerekli varlık sayısını biriktirene kadar bir kuyruğa yerleştirir. (Wu,Fang, 1995)



Şekil Ek 4.7. Batch Modülünün Gösterimi

SEPARATE

Bu modül, çoklu varlıkların içine gelen bir varlığı kopyalamakta (örneğin her kutu için fatura oluşturma) yada önceden oluşturulan bir varlık yığını bölme kullanılabılır.



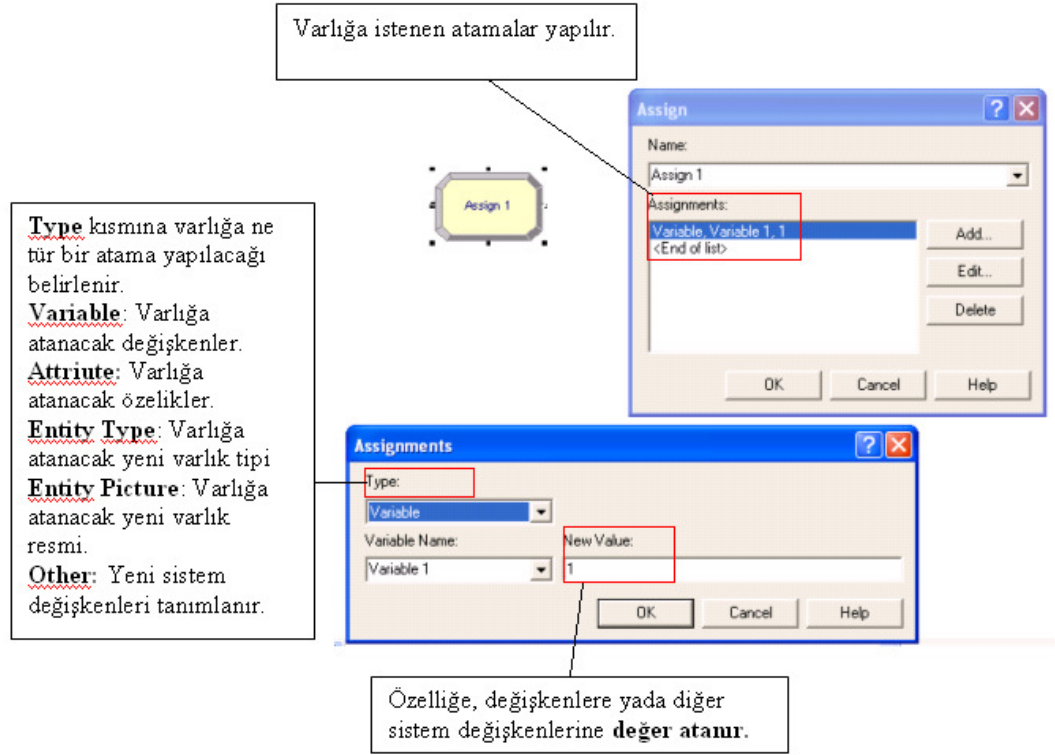
Şekil Ek 4.8. Seperate Modülünün Gösterimi

ASSIGN

Bu modül değişkenlere özelliklerine, tiplerine, resimlerine yada diğer sistem değişkenlerine yeni değer atanması için kullanılır. Tek bir Assign modülü ile birden çoklu atamalar yapılabilir (Wu,Fang, 1995).

Örneğin:

- Bir partiye eklenmiş alt grup sayısını biriktirmek (toplamak)
- Çoklu sayfa biçimli müşteri kopyasını gösteren varlık tipini değiştirmek.
- Bir müşteri örneği kurmak.



Şekil Ek 4.9. Assign Modülünün Gösterimi

PROCESS

Bu modül, simülasyonda ana proses metodunu tasarlar. Ayrıca bir submodel (alt model) ve kullanıcı tarafından tanımlanmış hiyerarşik mantık kullanım seçeneği vardır. Proses zamanı varlıkları ayırt eder ve değer eklenen, değer eklenmeyen, taşıma, bekleme ve diğerlerini dikkate alır ve buna göre işlemleri kuyrukta başlatır. Simge üzerindeki çizgi kuyruğu ifade eder.

RECORD

Bu modül, simülasyon modeline istatistikleri biriktirmekte kullanılır. Modül içinde çıkışlar arası zaman, varlık istatistikleri (zaman, maliyet vb) genel gözlemler ve ara istatistikleri içerir.

Örneğin:

- Her saat tamamlanan işerin sayısını biriktirmek.
- Geç tamamlanan kaç sipariş olduğunu saymak
- Seçerek alınan yoldan (bağlantı) öncelikle müşterilere harcanan zamanı kaydetmek.

Count: İstenilen değeri sayacak.

Entity Statistics: Varlıkların istatistiklerini zaman ve maliyet/süre oranı bilgisi şeklinde üretir.

Time Interval: Belirli bir özellik değeri ile geçerli simülasyon zamanı arasındaki farkı hesaplar ve kaydeder.

Time Between: Varlıkların modüle girişler arası zamanını hesaplar.

Expression: Belirli bir ifade değerini kaydeder.



The 'Record' dialog box is shown with the following fields and values:

- Name: Record 1
- Type: Count
- Value: 1
- Counter Set Name: Counter Set 1
- Set Index: Entity.Type
- Record into Set: ☒

Counter Name: Bu alan, artma-azalma sayaçlarının sembol adını tanımlar.

Tally Name: Bu alan, kaydedilecek gözlem içinde TALLY sembol adını tanımlar.

Attribute Name: Aralık istatistikleri için kullanılacak özellik değerinin adıdır.

Şekil Ek 4.10. Record Modülünün Gösterimi

Ek 4.2. ADVANCED TRANSFER KOMUTLARI

LEAVE

Bir istasyon veya modüle bir varlığı transfer etmek için kullanılır (Wu,Fang, 1995).

Bir varlık, iki yolun birinde transfer edilebilir: Bu yollar istasyon ve yönlendirmedir. Bu şekilde taşımayı referans göstererek bir istasyonu tanımlayan bir modüle transfer edilebilir ve istasyona taşınır. Veya grafiksel bir bağlantı ile başka bir modüle varlık transfer edilir.

Bir varlık, bir izin modülüne vardığı zaman bir transfer aletini elde etmeyi bekleyebilir (kaynak, tır, taşımacı).Transfer aleti elde edildiği zaman varlık yükleyen bir gecikmeyi bekleyebilir. Sonunda varlık, bu modül veya istasyondan bir varış yeri modülüne transfer edilir.

The screenshot shows the 'Leave' dialog box with the following fields and annotations:

- İşlem İsmi Leave 3**: Points to the 'Name' field, which contains 'Leave 3'.
- Varlıklar 1'in minimumu ver 2'nin maksimumu arasında düzenli dağılırlar.**: Points to the 'Delay' field, which contains 'UNIF(1,2)'.
- Bu örnekte,varlıkların izin modülünden hareket etmesi için gerekli olan transfer yoktur.**: Points to the 'Logic' section, which is currently empty.
- Kalite kontrole hareket etmesi için zaman 5 saattir.**: Points to the 'Move Time' field, which contains '5'.
- Yükleme gecikmesinden sonra varlık kalite kontrol istasyonunda rota yapar.**: Points to the 'Station Name' field, which contains 'Quality Control'.

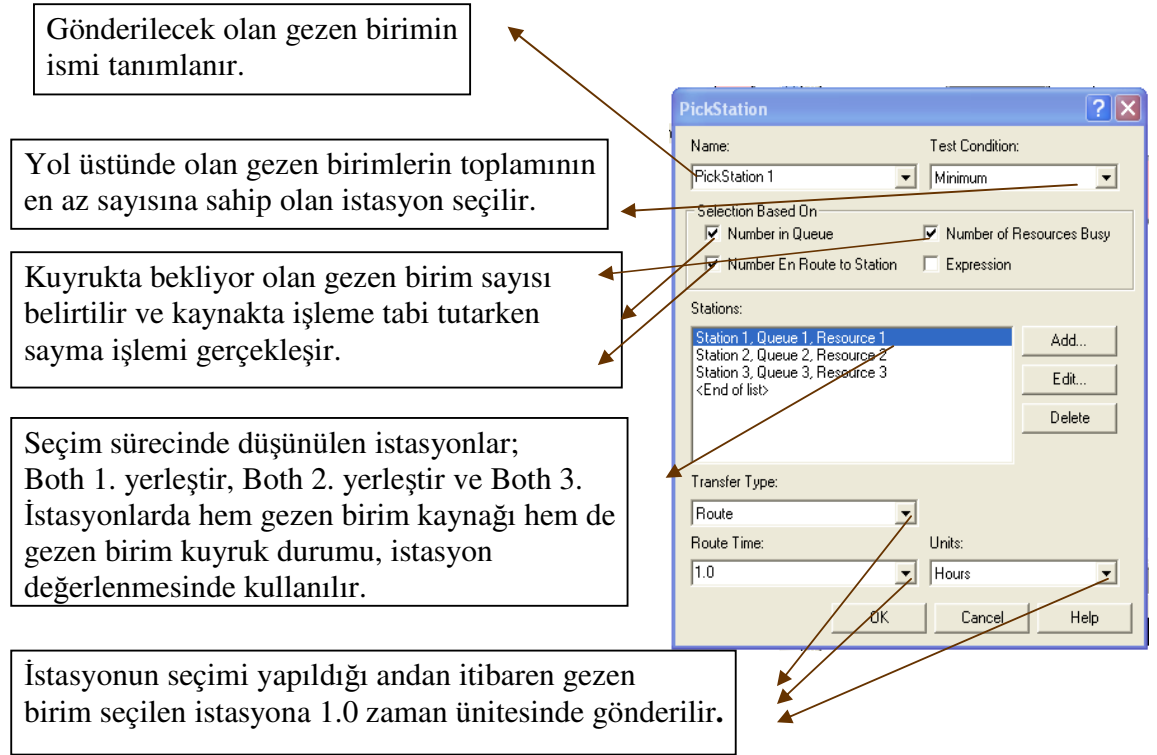
The dialog box also includes fields for 'Allocation' (Non-Value Added), 'Units' (Hours), 'Transfer Out' (None), 'Connect Type' (Route), 'Station Type' (Station), and 'Units' (Minutes). Buttons for 'OK', 'Cancel', and 'Help' are at the bottom.

Şekil Ek 4.11. Leave Modülünün Gösterimi

PICKSTATION

Bu modül, istasyonları grubun arasından seçer, temel alır ve seçim mantığıyla modüle tanımlar. Gezen birim sonra, ulaşım olan rota taşıyabilir veya bağlayabilir ve istasyona belirtir.

İstasyon seçim süresi için türlü sistem değişkenleri ve ifadelerin minimum veya maksimum değeri temel alınır (Öztürk,2005)



Şekil Ek 4.12. Pickstation Modülünün Gösterimi

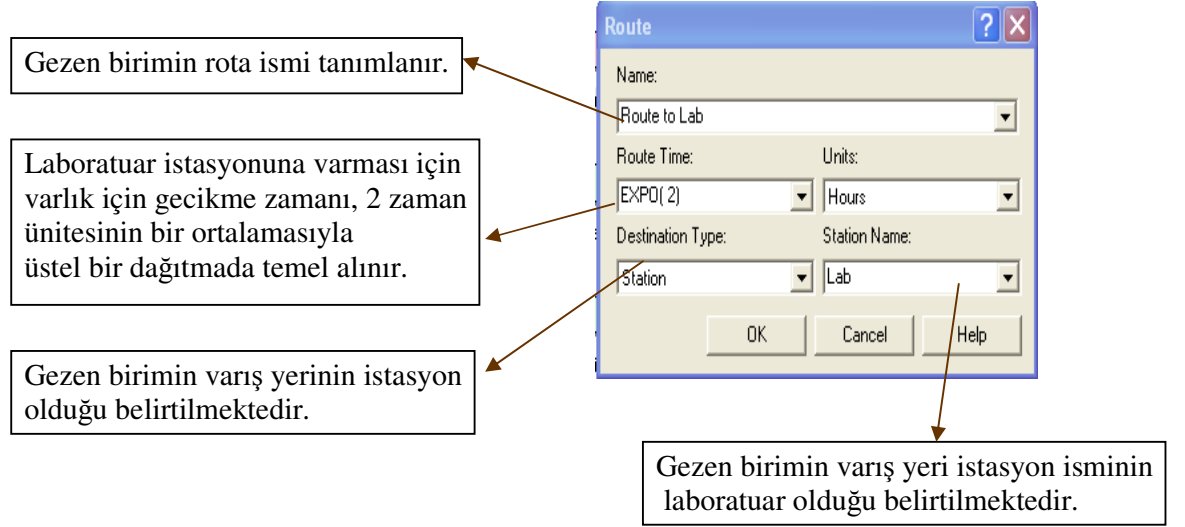
ROUTE

Route (Rota) modülü, belirtilen bir istasyona bir varlığı transfer eder veya istasyona ziyaret sırasında, sonraki istasyona gezen birimi tanımlamak için kullanılır. Bir gezen birim rota modülüne girdiği zaman, onun istasyon niteliği (varlık, istasyon), varış yeri istasyonuna girendir. Gezen birim varış yeri istasyonuna rota zamanı kullanılarak yollanır (Öztürk,2005).

Eğer istasyon varış yeri, öyle sıra ile girilirse, sonraki istasyon varlığın sırası ile kararlaştırılır ve takımın içinde adım özel-maksat nitelikler varlığı tarafından tanımlanır.

Örneğin;

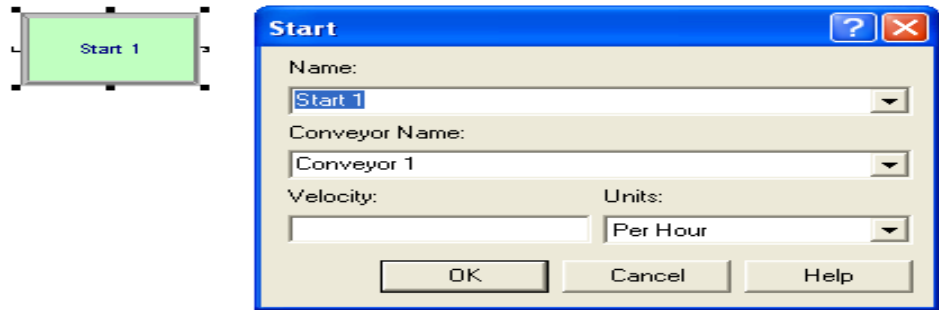
- ✓ Rota modülüyle transfer edilen varlıklar bir rota göreviyle canlandırılabilirler.
- ✓ Canlandırma rotası, varlığın başlaması ve varış yeri istasyonlarına uyuyor olan canlandırma istasyonlarının yerleştirmesini gerektirir.
- ✓ Bu iki istasyonun arasında istenilen çekilebilir.
- ✓ Ekstra bilgi için canlı transferi görür.
- ✓ Bir varlık bir rota modülüyle karşılaştığı zaman, varlığın resmi, belirtilen süre içinde canlandırılan rota yoluna hareket eder.



Şekil Ek 4.13. Route Modülünün Gösterimi

START

Başla komutu sisteme yeni bir taşıyıcı ekler. Ayrıca taşıyıcının hızı da ayarlanabilir.



Şekil Ek 4.14. Start Modülünün Gösterimi

Name: hangi hatta oluşturulacağı yazılır

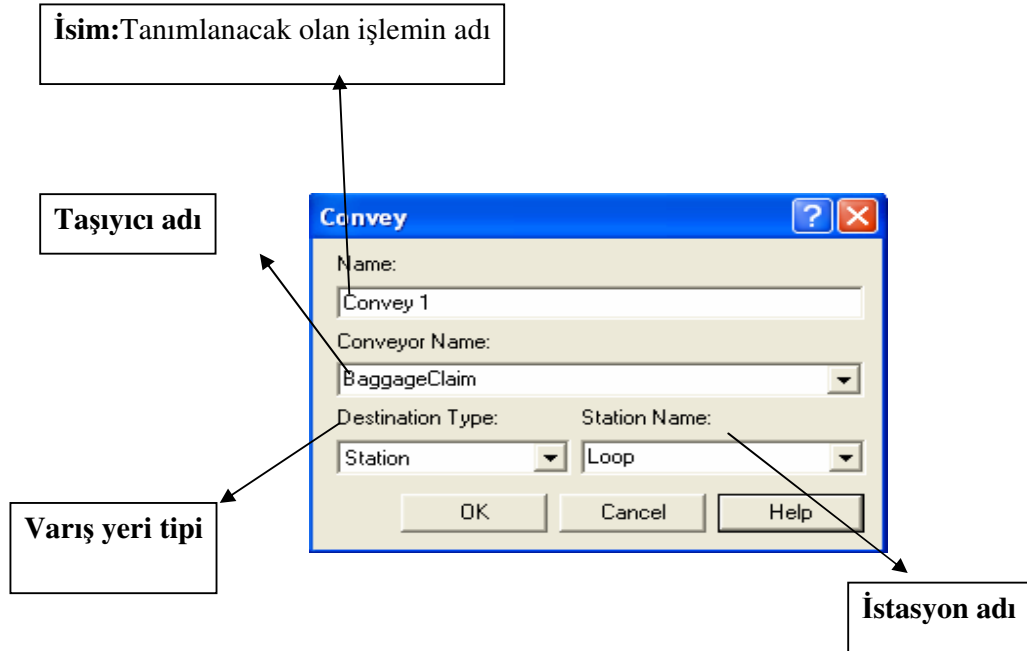
Converyor: Name: taşıyıcının ismi

Velocity: Taşıyıcının hızı

Units: Zaman dilimi (saatlik, dakikalık..)

CONVEY

Convey modülü varlığı taşıyıcı aracılığı ile bulunduğu istasyondan belirtilen varış istasyonuna taşır. Bir sonraki istasyona varlığın taşınması esnasında oluşan zaman gecikmesi taşıyıcı hızından ve istasyonlar arası mesafeden kaynaklanır. Bir varlık convey modülüne girdiği zaman , onun istasyon niteliği de varış istasyonuna taşınır. Varlık varış istasyonuna özellikten sonra taşınır. Eğer varış yeri tipi By Sequence olarak belirtilirse, sonraki istasyon varlığın Sequence'si ve bunun içinde yer alan Jobstep ile belirlenir (Öztürk,2005).

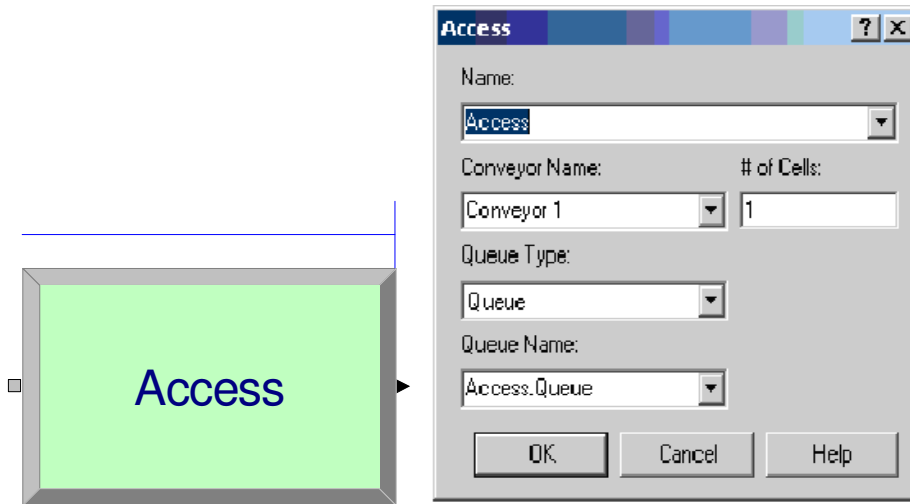


Şekil Ek 4.15. Convey Modülünün Gösterimi

ACCESS

Access modülü, varlığın bir istasyondan diğerine hareketi için konveyörün bir yada daha fazla hücrelerine yer tahsis eder.Varlık bir kez konveyör üzerindeki hücrelerin kontrolüne sahiptir.Belki varlık gelecek istasyona taşınacak olabilir.

- ✓ Varlık, yeterli hücreler konveyörde müsait oluncaya kadar ya dahili bir kuyrukta veya belirtilen kuyrukta bekleyecektir.
- ✓ Varlık, konveyöre eriştiği andan itibaren konveyörün tipi, konveyörün hareketini kararlaştırır. Birikim olmayan bir konveyör varlık hem taşınana hem de çıkana kadar duracaktır.. Birikim olan bir konveyör, varlık hem taşınana kadar hem de çıkana kadar istasyon yerinde engellenecektir ama yine de, konveyör, hareket etmeye devam eder.
- ✓ (Varlık. İstasyon),Varlığın istasyon niteliği, erişmeyi deniyor olduğu konveyörde geçerli bir istasyon yeri olmalıdır.
- ✓ Varlık Access modülüne geldiği zaman konveyör üzerindeki bitişik hücrelerin uygun numaralarına kadar bekleyecektir ve bu numaralar boş ve diğer varlık istasyon yeriyle sıraya dizilmiştir (Öztürk,2005).



Şekil Ek 4.16. Access Modülünün Gösterimi

Eğer **Queue**, kuyruk seçilmişse,kuyruk ismi özelleştirilmiş olur.

Eğer **Set** seçilirse,kuyruk kurulumu ve üyeliği özelleştirilir.

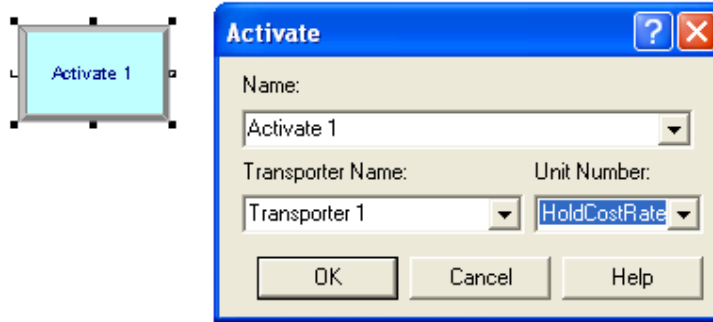
Eğer **internal** seçilirse,dahili (internal) kuyruk bekleyen tüm varlıklarda tutulur.

Özellik ve ifadeler kullanılmış olan kuyruk tanımlaması için ek metodlardır.

ACTIVATE

Activate modülü öncelikle duran bir taşıyıcıyı veya hareketsiz olan bir taşıyıcının kapasitesini arttırır (Transporter modülünde tanımlanmıştır). Aktif hale getirilmiş taşıyıcı ünitesi varlık tarafından hareket ettirilene kadar durdurduğu veya dinlendirdiği istasyon bölgesinde ikamet etmektedir.

Eğer ünite aktif hale getirildiği zaman taşıyıcı bekleyen varlık (lar) varsa, varlık hemen taşıyıcının kontrolünü kazanacaktır (Öztürk,2005).



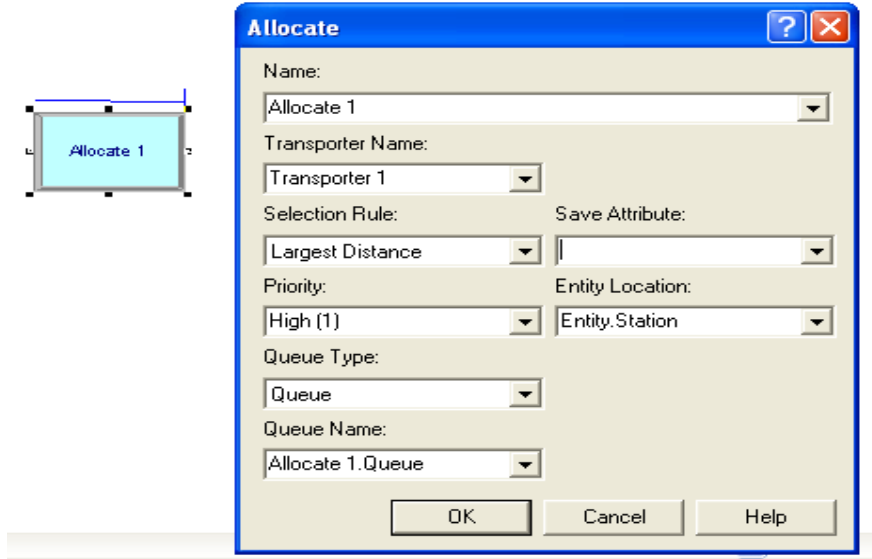
Şekil Ek 4.17. Activate Modülünün Gösterimi

Harekete geçirme zamanında, IT (Taşıyıcı,Ünite) değişkeni, 2'den eğer bekleyen varlıklar yoksa 0 (boş)' a, eğer varlıklar taşıyıcı bekliyorsa 1 (meşgul)' e değiştirilir.Eğer belirlenmiş bir taşıyıcı ünitesi yoksa, Ünite 1 aktif hale getirilebilir

ALLOCATE

Allocate modülü, bir varlığa, onun istasyon bölgesine taşımaksızın, bir taşıyıcı tayin etme işlemini yapar. Böylece, varlık taşıyıcıyı belirle bir yere nakletme veya bir yerde başarısızlık durumunda durdurma yetkisine sahip olur. Belirli bir

taşıyıcı ünite varlığa pay edilir ya da hangi taşıyıcıların varlığa ayrılacağını belirlemek için bir seçim kuralı kullanılır.



Şekil Ek 4.18. Allocate Modülünün Gösterimi

FREE

Free modülü, varlığın en son zamanlarda ayrılan taşıyıcı ünitesini bırakır. Eğer sırada taşıyıcı istemek veya ayırmak için bekleyen bir varlık varsa, taşıyıcı o varlığa verilir. Taşıyıcı modülünde başka türlü ayarla yapılmadığı sürece; taşıyıcının boşaldığı anda bekleyen başka varlıklar yoksa taşıyıcı ünite, serbest bırakan varlığın istasyonunda boşta bekletilir (Öztürk,2007).



Şekil Ek 4.19.Free Modülünün Gösterimi

HALT

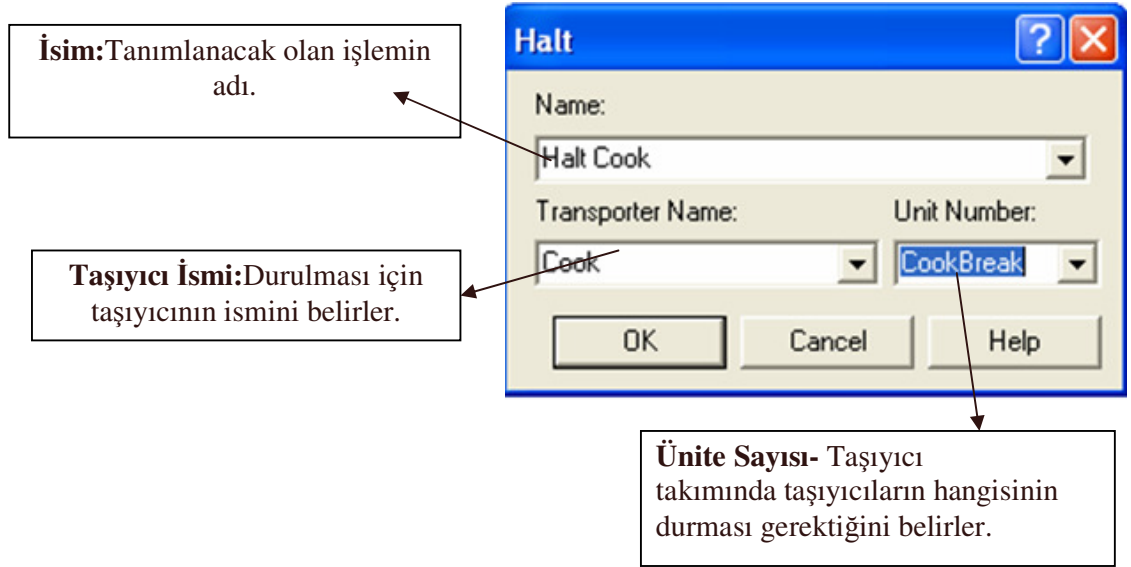
Duruş modülü hareketsiz bir taşıyıcı ünitesinin durumunu değiştirir.

Varlık duruş modülüne girdiğinde taşıyıcı meşgulse, varlık taşıyıcıyı kontrol edip üniteleri özgür bırakana kadar taşıyıcının durumu meşgul ve hareketsiz olarak düşünülür.

Varlık duruş modülüne girdiğinde taşıyıcı boş ise hemen hareketsiz konumuna kurulur.

Eğer meşgul bir taşıyıcı, boş değil fakat duruyorsa ve sonra aktif hale getirildiyse o taşıyıcı için hareketsiz veriler taşıyıcının durumunu yansıtmayacaktır.

Taşıyıcı bir varlık durduğunda taşıyıcı boş ise hemen hareketsiz durumuna getirilir. Bir taşıyıcı ünitesi, durduğu andan itibaren hiçbir varlık, taşıyıcı aktif hale getirilinceye kadar taşıyıcının kontrolünü almaz.

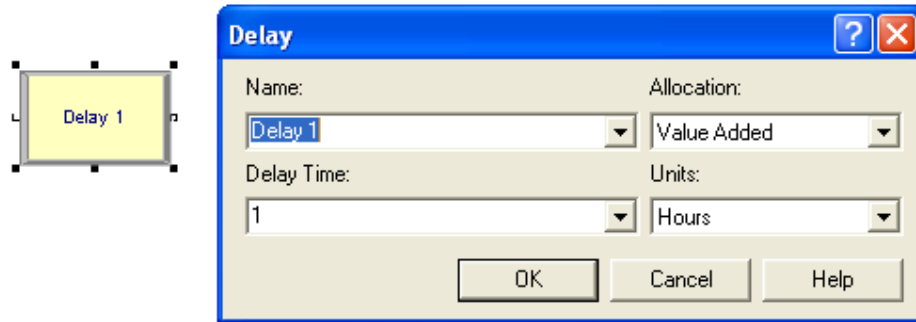


Şekil Ek 4.20. Halt Modülünün Gösterimi

Ek 4.3. ADVANCED PROCESS KOMUTLARI

DELAY

Tanımlanan varlığın ne kadar bekleyeceğini, taşıma süresini veya belirtilen bir sebepten ötürü oluşacak gecikmeleri sisteme tanımlamak için kullanılır. Gecikme türünü Allocation bölümünden seçebiliriz. Gecikme miktarını Delay Time kutusundan, Gecikme Birimini de Units Kutusundan seçilebilir (Öztürk, 2005).



Şekil Ek 4.21. Delay Modülünün Gösterimi

HOLD

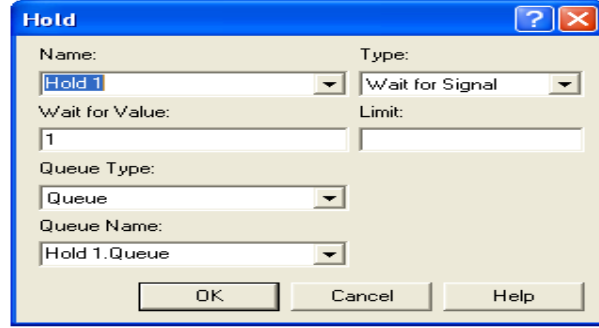
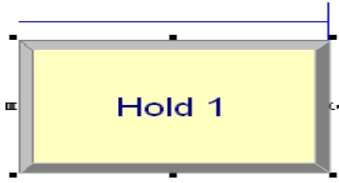
Hold komutu gelen proseslere gelen varlıkların işleme girmek için tutulup tutulmayacağını belirler. Tezgahların önündeki sinyal sistemi gibi düşünüle bilirler eğer tezgah doluysa parçaları durdurur tezgah boşalınca serbest bırakır. Bekleme sırasındaki kuyruk tipide burada belirlene bilir.

Üç ayrı tutma tipi vardır.

Wait for signal: sinyale göre tutma (tezgahın önündeki kırmızı ve yeşil ışık sistemi g.b.)

Scan for Condition: Duruma göre tut. (maaş bordrosu boş konuma geldiğinde serbest bırak g.b)

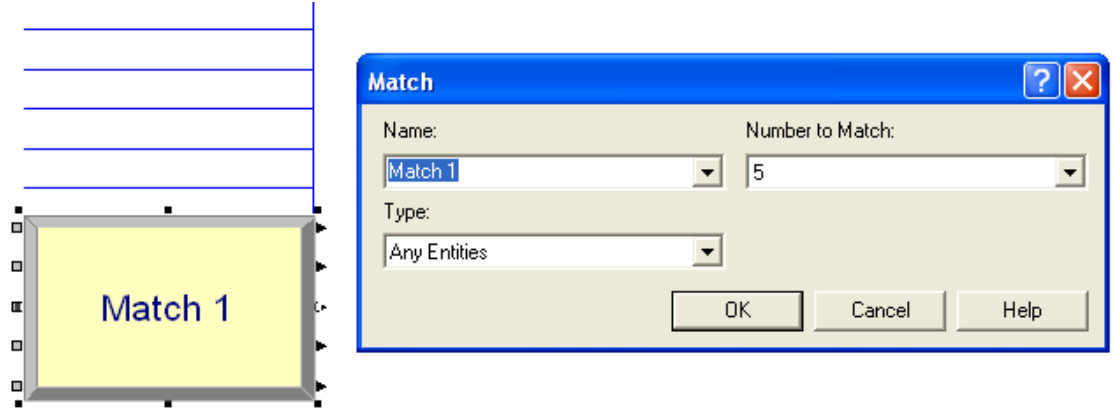
Infinite Hold: Herhangi bir şarta uymaksızın tut.



Şekil Ek 4.22. Hold Modülünün Gösterimi

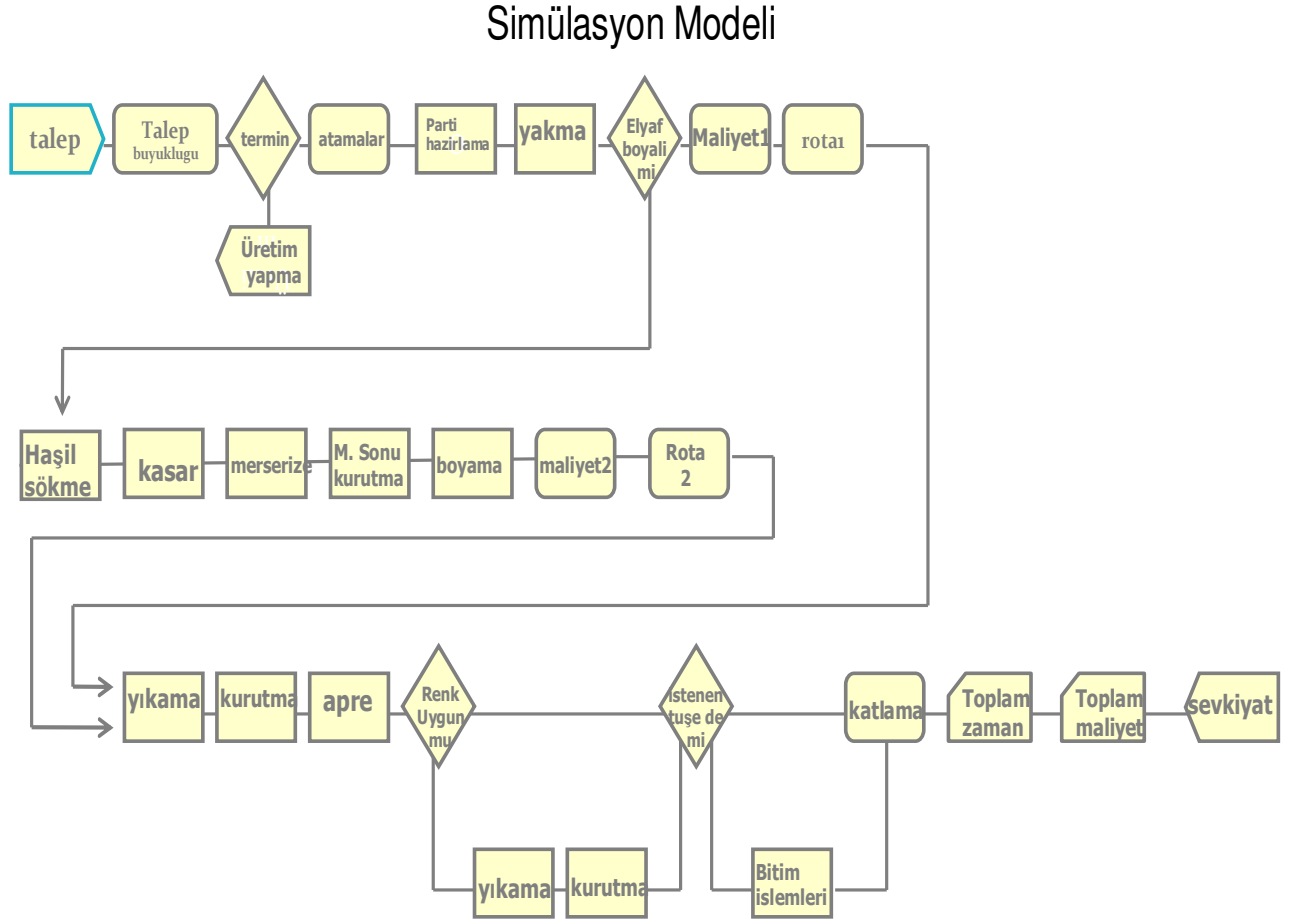
MATCH

Eşleme komutu iki ya da daha fazla parçayı eşleyip ondan sonra serbest bırakır. Parçanın eşi gelene kadar kuyrukta tutar. Örneğin farklı hatlardan farklı zaman dağılımlarıyla gelen üç farklı parçanın poşetlendikten sonra hatta devam etmesi gerekiyorsa ve poşette her parçadan bir tene bulunması isteniyorsa hold komutu kullanılır ve parçaların eşlenmesi sağlanır. 3. parça gelmeden diğer iki parça serbest bırakılmaz, kuyrukta tutulur. Hold komutu 5 parçaya kadar eşleme yapabilir. (Wu,Fang,1995)



Şekil Ek 4.23.Match Modülünün Gösterimi

EK-5. SİMÜLASYON MODELİ



Şekil Ek 5.1.Simülasyon Modelinin Gösterimi