

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ

KİMYASAL TESİSLERİN ÜRETİM
PLANLAMASININ OPTİMİZASYONU

Vuslat METİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GEBZE

2010

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ

KİMYASAL TESİSLERİN ÜRETİM
PLANLAMASININ OPTİMİZASYONU

Vuslat METİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMANI
PROF.DR. MAHMUT BAYRAMOĞLU

GEBZE

2010

 GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ	YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU
--	---

Vuslat METİN' in tez çalışması, G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun Tarih ve/..... sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından Kimya Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI) : Prof. Dr. Mahmut BAYRAMOĞLU

ÜYE :

ÜYE :

ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun Tarih ve/.....sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

ÖZET

TEZİN BAŞLIĞI: KİMYASAL TESİSLERİN ÜRETİM PLANLAMASININ OPTİMİZASYONU

YAZAR ADI : Vuslat METİN

Bu tezde, tipik bir petrol rafinerisinde kazancı maksimize etmek için ham petrol maliyetlerinin minimize edilmesi hedef alınmıştır ve bu amaca uygun olan bir doğrusal model önerilmiştir.

İşletmelerin üretimini etkileyen faktörler; fiyat, kalite, zaman, üretim kapasitesi, hammadde, piyasa, müşteri değişkenleridir. İşletmeler üretim faaliyetlerini, bu değişkenler doğrultusunda minimum maliyet ya da maksimum kazanç amacına yönelik yürütmek durumundadırlar. Bu sebeple; üretimlerini istenilen miktar, kalite, yer, zaman ve çalıştırılacak iş gücü bakımından nelerin, nerelerde, kimler tarafından, ne zaman ve nasıl yapılacağına ilişkin bir üretim planı yaparak yürütmeleri gerekmektedir. Üretim planlaması yapılırken ortaya çıkabilecek karmaşık sorunların çözümünde kantitatif karar verme teknikleri kullanılır. Bu tekniklerin başında gelen doğrusal programlama yöntemi, yapılan üretim planının etkin ve optimum olmasını sağlar.

Tez kapsamında, ikinci bölümde üretim planlaması, üçüncü bölümde petrol rafinasyonu, dördüncü bölümde doğrusal programlamanın özelliklerinden, matematiksel yapısından bahsedilmiştir. Sonuçlar bölümde, tipik bir petrol rafinerisinin üretim planlamasında karşılaşılan değişik senaryoların optimal çözümleri yapılmış ve sonuçları verilmiştir. Altıncı bölümde ise senaryo sonuçlarının genel değerlendirmesi yapılmıştır.

SUMMARY

TITLE OF THE THESIS: PRODUCTION PLANNING OPTIMIZATION OF CHEMICAL PLANTS

AUTHOR : Vuslat METİN

In this study in order to maximize the profit of a typical oil refinery, it is aimed to minimize the cost of crude oil and a linear model is proposed for this purpose.

Factors affecting the production of enterprises are price, quality, time, production capacity, raw materials, market and customer variables. Business production activities, should consider these variables and to be carried out for the purpose of the minimum cost or maximum profit. For this reason, in order to produce the desired quantity, a production plan should be made by taking into account quality, location, time and manpower to run in terms of what, where, by whom, when, and on how to carry out. Quantitative solution of complex problems that may arise during the production scheduling decision-making techniques are used. The best known of these techniques is linear programming method, which ensures the production plan to be effective and optimal.

In the second section, the production planning is described. The third section deals with the oil refining. In the fourth chapter, the features of linear programming and its mathematical structure are described. In the fifth section, the proposed eleven linear model can be used in a typical oil refinery production planning and results indicated. In the sixth chapter of the results of models are assessed.

TEŞEKKÜR

Başlamış olduğum bu yolda en başından sonuna dekengin bilgi ve tecrübelerini hiçbir zaman esirgemeyen ve her türlü konuda desteğini eksik etmeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Mahmut BAYRAMOĞLU'na, araştırma mühendisi Bahri OVALI'ya, Kimya Mühendisliği Bölümündeki bütün hocalarıma, son olarak beni yetiştiren ve her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Aralık 2010

Vuslat METİN

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TESEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
SEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	xi
1.GİRİŞ	1
2.ÜRETİM PLANLAMA	2
2.1.Üretim Planlamasının Önemi	2
2.2.Üretim Tipleri	2
2.2.1.Siparişe Göre Üretim	2
2.2.2.Parti Üretimi	3
2.2.3.Sürekli Üretim	3
2.2.4.Proje Üretimi	4
2.3.Kesikli ve Sürekli Üretim Tipleri	4
2.4.Üretim Planının Hazırlanması	7
2.5.Üretim Planlama Stratejileri	9
3.PETROL ENDÜSTRİSİ	15
3.1.Tarihçe	15
3.2.Petrol Endüstrisine Bakış	16
3.2.1.Distilasyon Prosesleri	17
3.2.2.Termal Kıraking Prosesleri	17
3.2.3.Katalitik Prosesler	17
3.2.4.İşleme (Treatment) Prosesleri	18
3.3.Rafineri Prosesleri	19
3.3.1.Distilasyon (Fraksiyonlama) Prosesleri	19
3.3.1.1. Atmosferik Distilasyon	19
3.3.1.2.Vakum Distilasyonu	20
3.3.2. Dönüşüm (Konversiyon) Prosesleri	20
3.3.2.1. Parçalanma (Dekompozisyon) Prosesleri	21
3.3.2.1.1.Katalitik Kıraking	21

3.3.2.1.2. Katalitik Hidrokraking	21
3.3.2.2. Değişme ve Yeniden Düzenleme	22
3.3.2.2.1. Katalitik Reforming	22
3.3.2.2.2.Katalitik İzomerizasyon	22
3.3.3.İşleme (Treatment) Prosesi	22
3.3.3.1.Katalitik Hidrodesülfürizasyon Prosesi	23
3.3.3.2. Solvent Deasfaltering	23
3.3.4. Harmanlama	24
3.3.5.Yardımcı İşletmeler ve Diğer Operasyonlar	24
3.4.Yakıtlar	24
3.4.1.LPG (Sıvılaştırılmış Petrol Gazları)	24
3.4.2.Motor Benzini	25
3.4.3.Jet Yakıtları	27
3.4.4.Motorin	28
3.4.5.Fuel Oil	28
3.4.6.Asfalt	29
4.DOĞRUSAL PROGRAMLAMA	30
4.1. Doğrusal Programlamanın Matematiksel Yapısı	31
5. MODEL VE SONUÇLARI	37
5.1. Senaryo 1	43
5.2. Senaryo 2	48
5.3. Senaryo 3	52
5.4. Senaryo 4	56
5.5. Senaryo 5	60
5.6. Senaryo 6	64
5.7. Senaryo 7	68
5.8. Senaryo 8	74
5.9. Senaryo 9	79
5.10. Senaryo 10	84
5.11. Senaryo 11	89
6.GENEL DEĞERLENDİRME VE GENEL SONUÇ	94
KAYNAKLAR	
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Tipik rafineri akım şeması	18
5.1 Yazılımda Senaryo 1 modelinin çözümü	45
5.2 Yazılımda Senaryo 1 model çözümünün duyarlılık analizi	45
5.3 Senaryo 1 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları	46
5.4 Senaryo 1 için amaç fonksiyonu değişken değerleri	46
5.5 Yazılımda Senaryo 2 modelinin çözümü	49
5.6 Yazılımda Senaryo 2 model çözümünün duyarlılık analizi	49
5.7 Senaryo 2 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları	50
5.8 Senaryo 2 için değişik ham petrol değerleri (ton)	50
5.9 Yazılımda Senaryo 3 modelinin çözümü	53
5.10 Yazılımda Senaryo 3 model çözümünün duyarlılık analizi	53
5.11 Senaryo 3 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları	54
5.12 Senaryo 3 için değişik ham petrol değerleri (ton)	54
5.13 Yazılımda Senaryo 4 modelinin çözümü	57
5.14 Yazılımda Senaryo 4 model çözümünün duyarlılık analizi	57
5.15 Senaryo 4 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları	58
5.16 Senaryo 4 için değişik ham petrol değerleri (ton)	58
5.17 Yazılımda Senaryo 5 modelinin çözümü	61
5.18 Yazılımda Senaryo 5 model çözümünün duyarlılık analizi	61
5.19 Senaryo 5 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları	62
5.20 Senaryo 5 için değişik ham petrol değerleri (ton)	62
5.21 Yazılımda Senaryo 6 modelinin çözümü	65
5.22 Yazılımda Senaryo 6 model çözümünün duyarlılık analizi	65
5.23 Senaryo 6 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları	66
5.24 Senaryo 6 için değişik ham petrol değerleri (ton)	66
5.25 Yazılımda Senaryo 7 modelinin çözümü	69
5.26 Yazılımda Senaryo 7 model çözümünün duyarlılık analizi	69
5.27 Senaryo 7 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları	70
5.28 Senaryo 7 için değişik ham petrol değerleri (ton)	70
5.29 Yazılımda Senaryo 8 modelinin çözümü	75

5.30 Yazılımda Senaryo 8 model çözümünün duyarlılık analizi	75
5.31 Senaryo 8 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları	76
5.32 Senaryo 8 için değişik ham petrol değerleri (ton)	76
5.33 Yazılımda Senaryo 9 modelinin çözümü	80
5.34 Yazılımda Senaryo 9 model çözümünün duyarlılık analizi	80
5.35 Senaryo 9 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları	81
5.36 Senaryo 9 için değişik ham petrol değerleri (ton)	81
5.37 Yazılımda Senaryo 10 modelinin çözümü	85
5.38 Yazılımda Senaryo 10 model çözümünün duyarlılık analizi	85
5.39 Senaryo 10 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları	86
5.40 Senaryo 10 için değişik ham petrol değerleri (ton)	86
5.41 Yazılımda Senaryo 11 modelinin çözümü	90
5.42 Yazılımda Senaryo 11 model çözümünün duyarlılık analizi	90
5.43 Senaryo 11 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları	91
5.44 Senaryo 11 için değişik ham petrol değerleri (ton)	91
6.1 Senaryoların kazanç yüzde dağılımları	94
6.2 Senaryoların kazanç dağılım grafiği	95
6.3 Senaryoların hammadde maliyetleri yüzde dağılımları	96

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Haftalık üretim planı örneği	8
2.2 Üretim planlamasında çeşitli stratejiler için toplam maliyetin hesaplanması	10
3.1 Rafinasyonun tarihçesi	15
3.2 ASTM D 396 standardına göre fuel oilerin sınıflandırılması	29
5.1 Hammadde türleri kodlaması	38
5.2 Ürün türleri kodlaması	38
5.3 Mamullerin yurtiçi satış fiyatları ve kodlaması	39
5.4 Ham petrol satın alma maliyetleri ve kodlaması	39
5.5 Kapasite sınırlamaları ve kodlaması	40
5.6 Ham petrollerden değişik ürünlerin üretilme verimlerini gösteren teknolojik matris katsayıları	41
5.7 Mamullerin ton cinsinden talep miktarları	43
5.8 Senaryo 1 ürün satış geliri	47
5.9 Senaryo 1 maliyetler	47
5.10 Senaryo 1'in kazancı	47
5.11 Kapasite sınırlamaları ve kodlaması	48
5.12 Senaryo 2 ürün satış geliri	51
5.13 Senaryo 2 maliyetler	51
5.14 Senaryo 2'nin kazancı	51
5.15 Senaryo 3 ürün satış geliri	55
5.16 Senaryo 3 maliyetler	55
5.17 Senaryo 3'ün kazancı	55
5.18 Senaryo 4 ürün satış geliri	59
5.19 Senaryo 4 maliyetler	59
5.20 Senaryo 4'ün kazancı	59
5.21 Senaryo 5 ürün satış geliri	63
5.22 Senaryo 5 maliyetler	63
5.23 Senaryo 5'in kazancı	63
5.24 Senaryo 6 ürün satış geliri	67
5.25 Senaryo 6 maliyetler	67

5.26 Senaryo 6'nın kazancı	67
5.27 Mamul stok maliyetleri ve kodlaması	71
5.28 Senaryo 7 ürün stok miktarı	71
5.29 Senaryo 7 ürün stok maliyeti	72
5.30 Senaryo 7 maliyetler	72
5.31 Senaryo 7 ürün satış geliri	73
5.32 Senaryo 7'nin kazancı	73
5.33 Senaryo 8 ürün stok miktarı	77
5.34 Senaryo 8 ürün stok maliyeti	77
5.35 Senaryo 8 maliyetler	77
5.36 Senaryo 8 ürün satış geliri	78
5.37 Senaryo 8'in kazancı	78
5.38 Senaryo 9 ürün stok miktarı	82
5.39 Senaryo 9 ürün stok maliyeti	82
5.40 Senaryo 9 maliyetler	83
5.41 Senaryo 9 ürün satış geliri	83
5.42 Senaryo 9'un kazancı	86
5.43 Senaryo 10 ürün stok miktarı	87
5.44 Senaryo 10 ürün stok maliyeti	87
5.45 Senaryo 10 maliyetler	87
5.46 Senaryo 10 ürün satış geliri	88
5.47 Senaryo 10'un kazancı	88
5.48 Senaryo 11 ürün stok maliyeti	92
5.49 Senaryo 11 ürün stok maliyeti	92
5.50 Senaryo 11 maliyetler	92
5.51 Senaryo 11 ürün satış geliri	93
5.52 Senaryo 11'in kazancı	93
6.1 Büyükten küçüğe doğru sıralanmış senaryo kazançları	94
6.2 Senaryoların ürün satış gelirleri	95
6.3 Senaryoların hammadde maliyetleri	96
6.4 Senaryoların; ürün satış gelirlerinin bir önceki senaryoya göre artışı ve hammadde maliyetinin bir önceki senaryoya göre artışı	97

1.GİRİŞ

Bir ülkenin gelişimindeki en temel etmenlerden biri üretimdir. Üretim, gerek istihdam yaratan, gerekse ulusal gelire önemli ölçüde katkıda bulunan en temel sektördür. Gelişmekte olan ülkelerde ise üretim, diğer ülkelere göre çok daha kıt kaynaklarla yapılmak zorundadır. Bu durumda ise verimlilik ve etkinliğin önemi daha fazla ortaya çıkmaktadır. Verimliliğin planlamadan geçtiği bilinen bir gerçektir. Etkinlik ise, fiili değerin planlanan değere bölünmesi ile belirlenmektedir. Dolayısıyla bir sistemin etkinliğinin ve verimliliğinin artırılması, öncelikle iyi bir planlama yaklaşımının uygulanmasına bağlıdır. Ancak işler, her zaman planlanan şekilde gerçekleşmemekte dolayısıyla işlerin sürekli veya periyodik olarak kontrol edilmesi ve buna göre gerekli önlemlerin alınması, bir anlamda yeniden planlanması gerekmektedir.

Küresel pazarlarda rekabet edebilmek için; maliyetlerin azaltılması, kalitenin yükseltilmesi ve ürünlerin toplam üretim zamanlarının azaltılması gerekmektedir. Bu gerekliliklerin yerine getirilebilmesi için üretim sistemlerindeki karar verme süreçlerinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir.

Firmaların ürünlerine olan talep zamana göre sabit ise üretimi planlama oldukça basitleşmektedir. Bu durumda planlama periyodunun başlangıcında belirlenen kaynak seviyeleri ile tüm süre içerisindeki talepler karşılanabilmektedir. Ancak genellikle üretim sistemlerinin ürüne olan talep düzeyleri zamana göre değişmektedir.

Kısaca üretim planlamanın amacı, belirlenen üretim hedeflerine ulaşabilmek ya da mevcut satış olanaklarından faydalanabilmek için kaynakların optimum kullanımını tespit etmeye çalışmaktır. Planlamacının değişen çevre koşullarında yer alan tüm kaynakların kullanımını optimum yapacak şekilde araştırmak için zamanını harcaması gerekmemektedir. Burada önemli olan konu ideal planın oluşturulması için zaman kaybetmektense yeterli bir planın oluşturulması için çalışmasıdır.

2.ÜRETİM PLANLAMA

2.1.ÜRETİM PLANLAMASININ ÖNEMİ

Üretim planlaması gelecekteki imalat veya hizmet faaliyetlerinin düzeylerinin ve limitlerini belirleyen fonksiyon olarak tanımlanabilir. Hangi mamulün, ne zaman ve hangi iş istasyonlarında işlem görerek imal edileceği üretim planlarında değil, üretim programlarında belirlenir. Modern bir imalat işletmesinde üretim planlamanın kaçınılmaz bir şekilde yer almasını gerektiren nedenler şöyle sıralanabilir:

Üretim sistemlerinin faaliyet yoğunluğu ve karmaşıklığı

İşletme içi faaliyetlerin koordinasyonu

İşletmeler arasındaki bağımlılık ve ilişkilerin gelişmesi

Tüketici kütesinin genişlemesi ve isteklerin değişik olması

Tedarik ve dağıtım faaliyetlerinin geniş bir alana yayılması

Hizmet, kalite ve fiyat rekabetinin yoğunlaşması

İşletmenin ekonomik düzeyde çalışmasını sağlamak amacıyla malzeme, makine zamanı ve insan gücü kayıplarını minimum düzeye indirilme zorunluluğu

2.2.ÜRETİM TİPLERİ

2.2.1.SİPARİŞE GÖRE ÜRETİM

Tüketicinin veya müşteri firmanın zaman, miktar ve kalite bakımından özel olarak belirlediği ürünün üretilmesidir. Miktar bir veya birkaç denilebilecek ölçüde azdır. Gemi, büyük buhar kazanı, özel elektronik cihazlar, proses makinaları, büyük takım tezgahları, prototip makinalar ve benzerlerinin üretimi bu gruba girer. Sipariş üretimi, imalatın yapıldığı sürelerin düzeni bakımından üç alt gruba ayrılır:

Az sayıda ürünün yalnız bir defa üretilmesi,

Az sayıda ürünün talep geldikçe, belirsiz aralıklarla üretilmesi,

Az sayıda ürünün belirli aralıklarla periyodik olarak üretilmesi.

Yalnız bir defa üretilen ürünler için; üretim tekniği, alet, tertibat ve planlama bakımından yapılacak bir şey yoktur. Belirli veya belirsiz aralıklarda üretilen ürünler için metot, işlem planlaması ve kontrol faaliyetlerinin düzenlenmesi ve bunlara ilişkin bilgilerin gerektiğinde tekrar kullanılmak üzere iyi saklanması önem taşır. Sipariş üretiminde makine ve insan gücü kapasitesinden yararlanma oranı düşüktür. Siparişlerin yığılması, yani aşırı yüklenmesi yüzünden sırada bekleme süresinin uzama olasılığı da yüksektir. Dolayısı ile önceden saptanıp tekrar yararlanma ve kullanma olanağı bulunan bilgilerin iyi korunmasında yarar vardır.

2.2.2.PARTİ ÜRETİMİ

Bir ürünün özel bir siparişi veya sürekli bir talebi karşılamak amacı ile belirli miktarlardan oluşan partiler halinde üretilmesidir. Bir parti ürünün üretimi gerçekleşikten sonra makine ve tesisler, gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra, başka cins bir ürünün üretiminde kullanılır. Makine, takım, tertibat ve insan gücünün planlamasında gösterilecek özen parti büyüklüğüne ve üretim periyodunun sıklığına bağlıdır. Parti üretimi de sipariş üretimi gibi yalnız bir defalık, belirsiz ve belirli aralıklarda tekrarlanan olmak üzere üç alt gruba ayrılır. Parti hacmi büyüdükçe ve periyotlar belirli hale geldikçe üretim planlama ve kontrol tekniklerinin uygulanması daha verimli sonuçlar verir. Parti üretiminde iki temel problem vardır. Bunlardan biri en uygun parti büyüklüğünün saptanması, diğeri minimum kapasite kaybına yol açan üretim programlarının hazırlanmasıdır. Parti üretimi endüstride ağırlığı en fazla olan ve sık rastlanan bir üretim tipidir. Ev eşyası, konfeksiyon, gıda, otomobil gibi her çeşit tüketim malı parti üretimi grubunda yer alır.

2.2.3.SÜREKLİ ÜRETİM

Eldeki makina ve tesisler yalnız belirli bir ürünün üretimi için kullanılır. Söz konusu ürünün talep düzeyi ve üretim miktarları çok yüksektir. Sipariş ve parti üretimlerinde üretim hızının talepten biraz yukarıda olmasına izin verilebilir. Yani bir miktar stoklama yapılabilir. Sürekli üretimde ise ancak talep hacminin üretimi her an yakından izlemesi koşulu ile faaliyetleri sürdürmek mümkündür. Sürekli üretim: (a)Kütle, (b)Akış (veya proses) üretimi olarak iki alt gruba ayrılır. İki grup arasındaki

önemli fark şöyle belirlenebilir: Kütle üretiminde bir mamulden çok büyük miktarlarda ve uzun sürede imal edilir. Fakat gerektiğinde makine, yerleşme düzeni, tertibat, kalıp ve benzeri unsurlarda bazı değişiklikler yaparak başka tip ürünün üretimine geçme olanağı vardır. Örneğin, otomatik revolver tornalar ile belirli büyüklükte vida imal eden bir atölyede, kontrol mekanizmaları, kesme kalemleri ile tespit tertibatlarını değiştirerek başka bir vida üretimine geçilebilir. Akış veya proses üretiminde makine ve tesisler yalnız bir cins ürünü üretecek şekilde dizayn edilmiş ve yerleştirilmiştir. Aynı yerde başka bir ürünü üretmek ya çok pahalıdır veya olanaksızdır. Çimento, şeker, motor ve benzeri endüstriler akış üretimini örnekleridir.

Sürekli üretimde üretim planlama faaliyetleri parti üretimine kıyasla çok daha basit ve az yoğundur. Üretime başlanmadan önce geniş ve ayrıntılı planlama yapılır. Fakat üretim başladıktan sonra planlarda önemli bir değişiklik söz konusu değildir.

2.2.4.PROJE ÜRETİMİ

Belirli bir ürünün yalnız bir kez üretilmesi bakımından siparişe göre üretime benzer. Ancak proje üretiminde akış söz konusu değildir. Bir elektrik santralinin inşaa edilmesi, tersanede gemi yapımı, çok katlı bir bina inşaatı... proje üretimi grubuna girer. Bu üretim tipinin önemli özellikleri; ürünün sabit konumda bulunması, makine ve insanların ürün çevresinde veya içinde hareket etmesi ve aynı anda pek çok faaliyetin bir arada yürütülür olmasıdır. Proje üretiminde birim ürün fiyatı çok yüksektir ve faaliyetlerin planlanıp iş emirlerinin hazırlanması özel yöntemlerin uygulanmasını gerektirecek ölçüde karmaşıktır.

2.3.KESİKLİ VE SÜREKLİ ÜRETİM TİPLERİ

Üretim miktarına göre veya akışına göre yapılan sınıflandırmada; sipariş, parti, sürekli üretim ve proje olmak üzere dört tip tanımlanmıştır. Bunların ilk ikisinde, tanımlardan da anlaşılacağı üzere, aynı ürünün belirli veya belirsiz aralıklarda üretilmesi söz konusudur. Bu açıdan üretim tiplerini kesikli ve sürekli olarak iki ana grupta toplamak mümkündür. İki grup arasındaki farklar şöyle özetlenebilir:

1-Üretim miktarı

Kesikli üretimde ürün miktarı küçüktür. Buna karşılık ürün çeşidi fazladır. Eğer ürün çeşitlerinden bazılarının talebi yüksek düzeylere ulaşır, fabrika içinde bunlar için ayrı ve sürekli üretim yapan hatlar kurulur. Böylece, pratikte sık görüldüğü gibi aynı fabrika içinde birden fazla tipte üretim akışı yer almış olur.

2-Kullanılan makine ve teçhizat

Kesikli üretimde ürün cinsi ve dolayısı ile yapılan işlemler değiştiğinden, hammaddeler şekil veren tezgahların çeşitli işler görme niteliğinde olmaları istenir. Bu tür makinalara çok amaçlı veya üniversal tezgahlar denir. Üniversal tezgahlarda yapılabilecek işlem tipi bakımından sınırların geniş olmasına karşılık hız ve verimlilik düşüktür. Halbuki sürekli üretimde kullanılan özel tezgahlarda çalışma hızı ve insan gücünden yararlanma oranları oldukça yüksektir.

3-Fabrikanın yerleşme düzeni

Makinaların ve çalışma alanlarının fabrika içindeki yerleşme düzeni, işlemlerin cinsine veya ürünün oluşmasında izlenen yola göre kurulur. Kesikli üretimde, bazen prosese göre yerleştirme adı ile tanınan birinci kritere göre yerleştirme yapılır. Yani aynı işi gören tezgahlar bir yerde toplanır. Örneğin, torna, freze ve matkaplar bir yerde toplanarak makine atölyesi, kesme ve bükme tezgahları da bir arada gruplanarak saç atölyesi oluşturulur. Sürekli üretimde, hammaddeden başlayarak ürün hale ulaşınca kadar iş parçası üzerinde uygulanan işlemleri yapan tezgahlar bir imalat hattı üzerinde sıralanır. Burada farklı cinsten tezgahların yan yana bulunması olağandır.

4-İş yükü dengesi

Üretilen malın cinsinin sık sık değişmesi ve miktarının önceden bilinmemesi programlama yapmayı olanaksız kılar. Diğer taraftan tezgahların aynı anda farklı ürünlere ait işlerle yüklenmiş bulunması, bir kısımda iş yığılmalarına, bir kısımda da boş kalmalara neden olabilir. Bu nedenle kesikli üretimde iş yükü dengesini

sağlamak çok güçtür. Bazı tezgahlar boş beklerken bazılarını işi zamanında yetiştirememesi çok görülür. Halbuki, sürekli üretimde programlar çok önceden titizlikle hazırlanmış bulunduğundan tezgahların iş yükleri arasında duyarlı bir denge vardır. Dolayısı ile kapasitelerden yararlanma oranı yüksek, gecikmelerin neden olduğu kayıpların oranı düşüktür.

5-Hammadde, yarı ürün, ürün stokları

Kesikli üretimde ürün cinsi sıklıkla değiştiğinden hangi hammaddelerin ne miktarlarda ve ne zaman kullanılacağını kesinlikle bilmek güçtür. Bu nedenle ihtiyaç duyulabilecek her türlü hammadde ve malzeme stokta hazır bulundurulur. Diğer taraftan iş yükü dengesinde doğal sayılabilecek aksamalar yüzünden iş istasyonları arasında beklemler, yani yarı ürün stokları oluşur. Buna karşılık sipariş üzerinde üretimde ürün stoku oluşur. Parti üretiminde yapılan hesaplamalar sonunda en ekonomik stok düzeyleri belirlenir. Ancak bunun için tüketim hızı, hazırlık ve elde tutma maliyetlerinin önceden belirlenmiş olması gerekir. Sürekli üretimde hammadde ihtiyacı önceden bilinir ve kullanım hızı sabittir. İşlemler veya istasyonlar arasında herhangi bir beklemede söz konusu değildir. Zira bu üretim tipinde bir noktadaki aksaklık bütün sistemin durmasına neden olur. Bu nedenlerle sürekli üretimde normal koşullar altında her türlü stok düzeyinin az olması doğaldır.

6-Üretim kapasitesi

Üniversal tezgahlardan oluşan bir imalat atölyesinin kapasitesi çeşitli yollardan artırılabilir. Örneğin çalışma yöntemlerini geliştirme, fazla mesai yapma veya yeni tezgahlar alma yolu ile mevcut kapasiteyi arttırma olanağı vardır. Bu nedenle kesikli üretimde kapasitenin esnek olduğu söylenebilir. Sürekli üretimde tezgahlar birbirine bağımlıdır. Bunlardan birinin kapasitesini arttırmanın olumlu bir etkisi yoktur. Aksine üretim hattında tıkanmalar meydana gelir. Kapasitede bir değişme yapabilmek için tüm sistemi ilgilendiren büyük yatırımlara ihtiyaç vardır.

2.4.ÜRETİM PLANININ HAZIRLANMASI

Ürün çeşidi fazlalığı ve talep dalgalanmaları nedeni ile stok bulundurma zorunluluğunda olan bir imalat işletmesinde üretim planlarının hazırlanmasında yapılacak işler şöyledir:

Üretim planının kapsayacağı zaman aralığı tespit edilir: Genellikle birer aylık dilimler halinde bir yıllık dönem alınır. Stok düzeylerini, üretim hızını ve kapasite durumunu kontrole yarayan bu planı daha sonra üçer aylık dönemleri kapsayan haftalık üretim programlarına dönüştürülür. İşletmenin ihtiyaçlarına göre planlama dönemi için daha kısa veya uzun dönem aralıkları seçilebilir.

Talep tahminleri yapılır: Plan dönemi içinde talebin aylara veya uygun bir zaman aralığına göre değişimi ve minimum-maksimum düzeyleri belirlenir.

Ekonomik stok düzeyleri hesaplanır: Stok politikalarına ve talep değişim özelliklerine göre maliyetleri minimum yapan miktarlara güvenlik stokları eklenerek bulunur.

Plan dönemi başındaki ve sonundaki stok düzeyleri belirlenir: Dönem başında ambarda bulunan ve henüz ambara sevk edilmemiş bulunan ürünler ve dönem sonunda güvenlik stokuna ek olarak bulundurulması istenen ürünlerdir.

Dönem başı ve dönem sonu stokları arasındaki fark bulunur.

Planlama dönemi içinde üretilmesi gereken miktar bulunur: Dönem içindeki satış tahmini ile dönem başı ve dönem sonu stokları arasındaki farktan elde edilen değerde istenen değişme miktarı toplamıdır.

Üretilmesi istenen miktar dönem dilimleri dağıtılır: dağıtım; stok düzeyleri, üretim hızının değişkenliği, tatil kayıpları, tamir-bakım süreleri ve kapasite olanakları göz önüne alınarak yapılır.

Planlama döneminin başlangıç ve bitiş stok düzeyleri ve dönem için talep tahmini bilindiği takdirde bir periyottaki üretim miktarı basit formülle hesaplanabilir. Bunun için;

P= Bir periyottaki (günlük, haftalık) üretim

S1=Dönem başındaki stok düzeyi

S2=Dönem sonundaki bulunması istenen stok

D= Dönem için tahmin edilen talep

N=Dönem içindeki periyot sayısı

$$P = (S2 - S1 + D) / N$$

Örnek 2.1: Beş haftalık dönem için

Toplam satış(talep) D= 140 adet,

Başlangıç stoğu S1= 130 adet,

Bitiş stoğu S2=130 adet,

N=5 verildiği takdirde haftalık üretim ;

$$P = (130-130 +140)/5 = 28 \text{ adet/hafta}$$

Tablo 2.1 Haftalık üretim planı örneği

	Haftalar	Satış	Üretim	Stok
Planlanan	1.	20	28	138
Planlanan	2.	25	28	141
Planlanan	3.	30	28	139
Planlanan	4.	30	28	137
Planlanan	5.	35	28	130

2.5.ÜRETİM PLANLAMA STRATEJİLERİ

Bir üretim planının hazırlanmasında üç strateji arasından en ekonomik olanının seçilmesi söz konusudur:

Talebi izleme stratejisi: Üretim hızı talebe eşittir ve $S1=0$ olmak koşulu ile stok düzeyi sıfırdır. Buna karşılık üretim hızı değişimlerinde yapılan hazırlık, işe alma ve işten çıkarma işlemlerinin maliyeti vardır.

Sabit üretim hızı stratejisi: Planlama dönemi boyunca üretim hızı sabit tutulur. Talep ile üretim arasındaki farklar stok bulundurma ve bulundurmama maliyetlerinin ortaya çıkmasına yol açar. Bu stratejinin avantajı kolay planlama ve sıfır hazırlık, işe alma ve işten çıkarma maliyetleridir.

Karma strateji: İlk iki stratejinin sakıncalarını dengelemek amacı ile orta yol izlenir. Örneğin, üretim hızı talebe göre her ay yerine üç ayda bir değiştirilir. Belirli bir ürün için üretim planının hazırlanmasında en uygun stratejinin seçimi her strateji için toplam maliyetlerin hesaplanması ve kıyaslanması sonunda yapılır.

Örnek 2.2:

Bir ürünün üçer aylık dört periyot için talebinin sırası ile 280,420,160,40 adet (D)

Dönem başındaki stok düzeyinin $S1$ 50 adet olduğu bilinmektedir.

Elde bulundurma maliyeti Ch 10 TL/adet/periyot,

Elde bulundurmama maliyeti Cb 12 TL /adet,

Üretim hızının değiştirme maliyeti Cd 4 TL/adet olarak hesaplanmıştır.

Dönem sonunda stok düzeyinin ($S2$) yine 50 adet olması ve bütün talebin karşılanması istenmektedir.

Bu verilere göre çeşitli üretim planlama stratejilerine göre toplam maliyeti bularak kıyaslayınız.

Önce talebi izleme stratejisine göre planlama yapılırsa toplam maliyetin 5040 TL olduğu görülür, bu stratejide $S1$ 'den ileri gelen elde bulundurma ve üretim hızını değiştirme maliyeti vardır. Birinci periyottan önceki periyotta üretim miktarının 40 adet olduğu varsayılmıştır. Ayrıca Ch 'nin başlangıç stoğu yüzünden sıfırdan farklı olduğuna dikkat edilmelidir. Eğer $S1=0$ olsa idi toplam $Ch=0$ olurdu.

Örnek 2.3: TV şirketinin servis politikası her üç aylık periyot sonunda tüm servis isteklerinin karşılanmış olmasıdır. Her işçi üç aylık periyot içinde 600 saat normal ve en fazla 100 saat fazla mesai yapabilecek durumdadır. Üretim planlama departmanı gelecek yıl için servis ihtiyacını işçilik saati cinsinden aşağıdaki gibi tahmin etmiştir:

Periyot	1	2	3	4
Talep (saat)	24.000	48.000	60.000	12.000

Ayrıca işçilik ücretinin normal mesai için 8000 TL/işçi, fazla mesai için 18 TL/saat, işe alma ve eğitim masraflarının 5000 TL/işçi, işten çıkarma maliyetinin 1800 TL/işçi olduğu tespit edilmiştir. Halen şirkette 80 işçi çalışmaktadır. Bu bilgilere göre;

- Sabit üretim hızı (servis kapasitesi) stratejisini kullanarak şirketin servis politikasına uygun servis planını bulunuz. Bu planın toplam maliyeti nedir?
- Fazla mesaiye başvurmadan, talebi izleme stratejisini kullanarak bir servis planı geliştiriniz. Bu planın toplam maliyeti nedir?
- Uygun göreceğiniz bir karma strateji uygulayarak bir servis planı geliştiriniz ve toplam maliyeti bulunuz.

a) Maksimum talep 60.000 saat olup sabit servis kapasitesinin (işçi sayısının) hesaplanması gerekir.

Diğer periyotlardaki boş kapasiteyi azaltmak için 3. periyotta fazla mesaiye başvurmak gerekir.

Buna göre 3. periyotta $60.000 / (600 + 100) = 86$ işçiye gerek vardır.

Halen 80 işçi çalıştığından 6 yeni işçiye ihtiyaç vardır.

86 işçinin normal mesai kapasitesi $86 * 600 = 51.600$ saat olup 3. periyotta 8400 saatlik ihtiyaç fazla mesai ile karşılanacaktır.

Bu verilere göre planın toplam maliyeti :

Normal mesai ücretleri: $8000 * 86 * 4 = 2.752.000$

Fazla mesai ücretleri: $8400 * 18 = 151.200$

İşe alma maliyetleri: $5000 * 6 = 30.000$

Toplam 2.933.200

b) Talebi izleme stratejisinde her periyot için fazla mesai kullanmadan gerekli işçi sayısı, işe alma veya işten çıkarmalar hesaplanarak aşağıdaki tablo hazırlanır:

periyot	talep	işçi sayısı	işe alınan	işten çıkarılan
1	24,000	40	–	40
2	48,000	80	40	–
3	60,000	100	20	–
4	12,000	20	–	80
		240	60	120

Maliyet hesabında normal ücretler, işe alma, işten çıkarma maliyetleri toplanarak,

Normal mesai ücretleri: $240 \times 8000 = 1,920,000$

İşe alma maliyetleri: $60 \times 5000 = 300,000$

İşten çıkarma maliyetleri: $120 \times 1800 = 216,000$

Toplam $2,436,000$

c) Karma stratejide çok sayıda değişik kombinasyon vardır. En düşük maliyetli kombinasyon deneme - yanılma yöntemi ile bulunur. Aşağıda fazla mesai kullanarak hazırlanan plan ve maliyet hesabı gösterilmiştir:

periyot	talep	işçi sayısı	işe alınan	işten çıkarılan	fazla mesai
1	24,000	40	–	40	–
2	48,000	80	40	–	–
3	60,000	86	6	–	8400
4	12,000	20	–	66	–
		226	46	106	

Normal mesai ücretleri: $226 \times 8000 = 1,808,000$

İşe alma maliyetleri: $46 \times 5000 = 230,000$

İşten çıkarma maliyetleri: $106 \times 1800 = 190,800$

Fazla mesai maliyeti: $8400 \times 18 = 151,200$

Toplam $2,380,000$

Örnek 2.4: A,B,C,D,E,F ile gösterilen 6 işin her biri T1 ve T2 tezgahlarında işlem görmektedir. İşlem süreleri dakika cinsinden aşağıdaki tabloda verildiğine göre, kayıp zamanlar toplamının minimum yapan iş sıralamasını (Johnson kuralı) bulunuz.

	İŞLER					
	A	B	C	D	E	F
T1 tezgahı	20	5	30	15	13	25
T2 tezgahı	30	20	10	25	17	12

En uygun (optimal) iş sırasının bulunmasında izlenen yol ve yapılan işlemler şunlardır:

Tüm işlem süreleri içinde en kısa olanı tespit edilir. B işinin T1 tezgahında gördüğü işlemin süresi en kısa olup 5 dk'dır.

Bu işlem birinci tezgahta yapıldığından B işi, birinci sıraya yerleştirilir.

Eğer tabloda en kısa süre T1 yerine T2 tezgahında bulunsaydı, bu süreye ait olan işi son sıraya yerleştirmek gerekirdi.

Eğer tabloda en kısa süre sayısı birden fazla ise bunlardan herhangi biri seçilir. Buna göre birden fazla optimal var demektir.

En küçük işlem sırasına sahip olan B'nin sırası belli olduğundan tabloda B'nin bulunduğu sütun iptal edilir.

Geriye kalan rakamlar arasından en kısa süreyi veren değer yine tespit edilir. Bu değer 10 olup C'nin T2 de gördüğü işleme aittir.

İşlem ikinci tezgahta yer aldığından kurala göre C'nin sonuncu sıraya konulması gerekir. İşlemler aynen tekrarlanırsa şu sıralama elde edilir:

B	E	D	A	F	C
---	---	---	---	---	---

	T1			T2		
işler	süre	giriş	çıkış	süre	giriş	çıkış
B	5	0	5	20	5	25
E	13	5	18	17	25	42
D	15	18	33	25	42	67
A	20	33	53	30	67	97
F	25	53	78	12	97	109
C	30	78	108	10	109	119

Tüm işlerin bitirilmesi için geçmesi gereken toplam süre 119 dk dır. Bu süre içinde tezgahların ve işlerin boş bekleme durumları araştırılırsa aşağıdaki sonuçlar bulunur:

tezgah ve iş	T1	T2	A	B	C	D	E	F
boş zaman	yok	yok	14	yok	1	9	7	19

Bu sonuçlara bakarak ara stoklar için yer ihtiyacı ve beklemelerin neden olduğu maliyet sorunları ile ilgili değerlemeler yapılabilir.

3.PETROL ENDÜSTRİSİ

3.1.TARİHÇE

Petrol rafinasyonu, tüketicinin daha kaliteli ve daha çok sayıda ürün taleplerine göre şekillenmiş ve geliştirilmiştir. İlk rafinasyon, balina yağından daha hafif ve daha ucuz olan gazyağı elde edilmesine yönelik olmuş, içten yanmalı motorların keşfedilmesiyle de benzin ve dizel yakıtı üretimi başlamıştır. Uçak yakıtı ihtiyacı yüksek oktanlı benzin ve jet yakıtı üretiminin başlamasına yol açmıştır.

Tablo 3.1. Rafinasyonun Tarihçesi

Rafinasyonun Tarihi	Prosesin Adı	Amacı	Yan-Ürün, v.s.
1862	Atmosferik distilasyon	Gazyağı üretimi	Nafta, katran, v.s.
1870	Vakum distilasyonu	Hampetrolleri fraksiyonlama	Asfalt, kalıntı
1913	Termal kraking	Benzin verimini artırma	Kalıntı, bunker yakıtı
1916	Sweetening	Kükürt ve kokuyu azaltma	Kükürt
1930	Termal reforming	Oktan sayısını yükseltme	Kalıntı
1932	Hidrojenasyon	Kükürt uzaklaştırma	Kükürt
1932	Koklaştırma	Benzin baz stokları artırma	Kok
1933	Solvent ekstraksiyon	Yağların viskozite indeksini artırma	Aromatikler
1935	Solvent devaksing	Akma noktasını düzenleme	Vakslar
1935	Kat. polimerizasyon	Benzin verimi ve oktan artırma	Petrokimya hammaddeleri
1937	Katalitik kraking	Daha yüksek oktanlı benzin	Petrokimya hammaddeleri
1939	Visbreaking	Viskoziteyi düşürme	Distilat ve katran
1940	Alkilasyon	Benzin verimi ve oktan artırma	Yük. Oktanlı uçak benzini
1940	İzomerizasyon	Alkilasyon ham	Nafta

		maddeleri	
1942	Fluid katalitik kraking	Benzin verimi ve oktan artırma	Petrokimya hammaddeleri
1950	Deasfaltering	Kraking ham maddesini artırma	Asfalt
1952	Katalitik reforming	Nafta dönüştürme	Aromatikler
1954	Hidrodesülfürizasyon	Kükürt uzaklaştırma	Sülfür
1956	İnhibitör sweetening	Merkaptanları uzaklaştırma	Disülfürler
1957	Kat. izomerizasyon	Yüksek oktanlı moleküller	Alkilasyon ham maddeleri
1960	Hidrokraking	Kaliteyi iyileştirme, S azaltma	Alkilasyon ham maddeleri
1974	Katalitik devoksing	Akma noktasını düzenleme	Vakslar
1975	Kalıntı hidrokraking	Benzin verimini artırma	Ağır kalıntılar

3.2.PETROL ENDÜSTRİSİNE BAKIŞ

Petrol endüstrisi, ticari ilk sondaj kuyusunun 1859'da açılması ve iki yıl sonra da petrolden gazyağı elde edilmesiyle başlar. Petrol rafinasyonu, ilk uygulama olan basit distilasyon işleminden, bugünün karmaşık proseslerine kadar olan aşamalar yönünden değerlendirildiğinde, en büyük çabanın sağlık ve güvenlik gereksinimlerinin karşılanması ve güvenli çalışma ortamı sağlanması için harcandığı görülür. Petrol rafinerileri çeşitli ünitelerden oluşan birer komplekstir; rafinasyon, karmaşık bir hidrokarbonlar karışımından diğer bazı karmaşık hidrokarbonlar karışımları elde etme işlemidir. Proseslerde alevlenebilen gazlar ve sıvı ürünler elde edilirken yüksek sıcaklıklar ve yüksek basınçlar uygulanır; gerekli tüm teçhizatın sıcaklığa, basınca, korozyona, gerilime dayanıklılıkları uzmanların denetiminde kontrol altında tutulur.

Elektronik teknolojiyle operatörler proses ünitelerini gece gündüz sürekli olarak izleyebilmektedirler. Her operasyon bölgesindeki kontrol odalarında bilgisayarlı-proses kontrol sistemleri bulunur; fabrikaların çalışmalarıyla ilgili veriler, grafikler ve etkileşimli grafikler ekranlarda görüntülenir. Proses kontrol

sistemi, operatörlerin gerekli hallerde prosese müdahale ederek “ince ayar” yapmalarına ve prosesteeki değişikliğin sonucunu hemen almalarına olanak verir.

3.2.1.DİSTİLASYON PROSESLERİ

İlk rafineri 1862’de açıldı ve basit atmosferik distilasyonla yan ürünleri arasında katran ve naftanın da bulunduğu gazyağı üretildi. Kısa bir süre sonra petrolün vakum altında distillenmesiyle yüksek kaliteli yağlama yağları elde edilebileceği keşfedildi. Sonraki 30 yıl boyunca tüketicinin temel talebi yine gazyağı oldu. Bu durumu iki olay değiştirdi; elektriğin keşfedilmesiyle aydınlatma amacıyla kullanılan gazyağı talebinin azalması ve içten yanmalı motorların kullanılmasıyla dizel yakıtı ve benzin talebinin artmasıdır.

3.2.2.TERMAL KRAKİNG PROSESLERİ

Otomotiv endüstrisinin gelişmesi ve I. Dünya Savaşı, benzin motorlu araçların çoğalmasına ve buna paralel olarak da benzin talebinin hızla artmasına neden oldu. Ancak, distilasyon prosesleriyle elde edilen benzin miktarı az ve sınırlı olduğundan, 1913’de termal kraking prosesi geliştirildi. Bu proseste büyük moleküllü hidrokarbonlar içeren ağır yakıtlar basınç ve ısı altında parçalanıp küçük moleküllü hidrokarbonlara dönüştürülerek benzin üretimi ve distile yakıtlar artırılır. Diğer bir termal kraking teknolojisi koklaştırmadır (1933); ağır kalıntıları daha hafif ürünlere ve distilatlara dönüştürmede uygulanan şiddetli bir termal kraking prosesidir. Visbreaking (1939), termal kraking prosesinin yumuşak bir formudur, atmosferik veya vakum distilasyon kalıntıları, katalizörsüz ortamda ısı olarak parçalanarak gaz, nafta, distilatlar ve düşük viskoziteli fuel oil’e dönüştürülür.

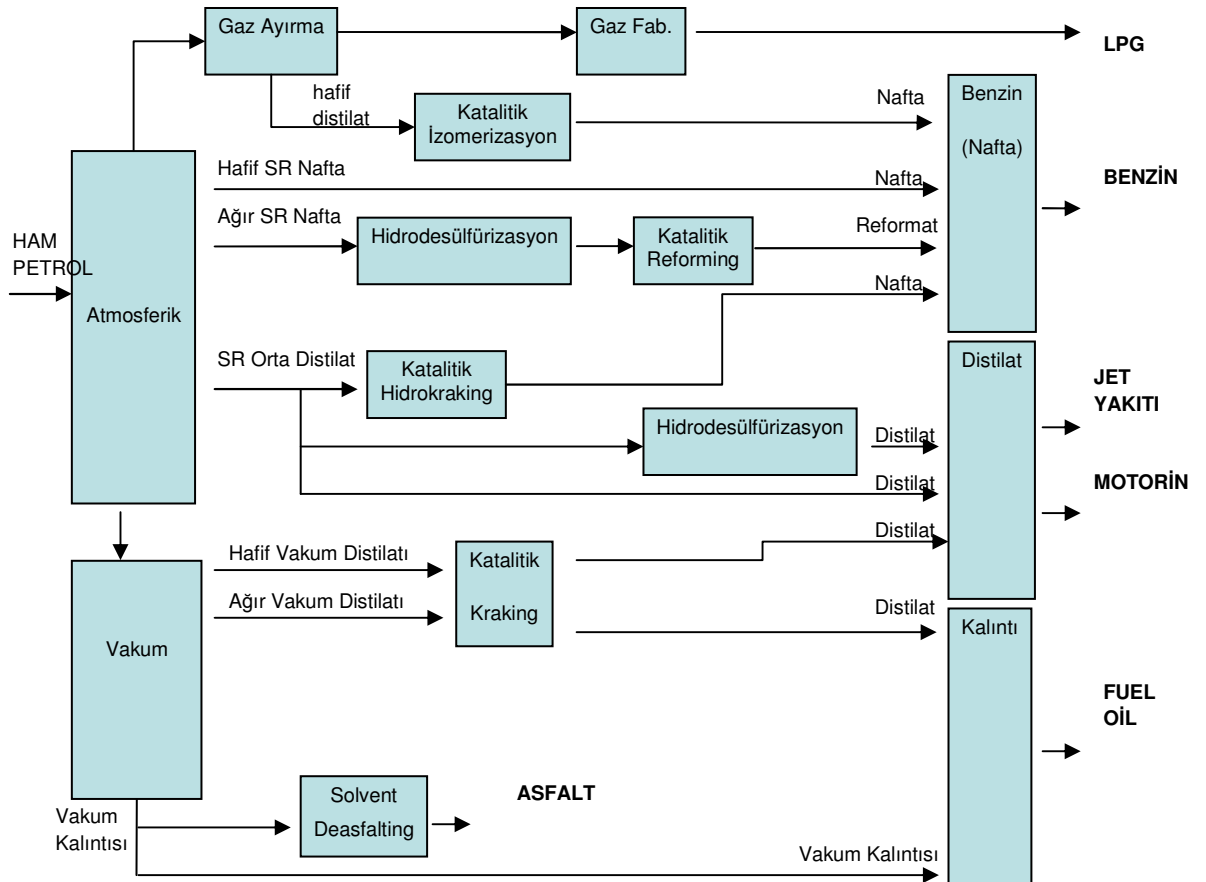
3.2.3.KATALİTİK PROSESLER

Yüksek sıkıştırılmalı benzin motorlarında, vurutuya dayanıklı yüksek-oktanlı benzine gereksinim vardır. 1930’lu yılların ortalarından sonlarına kadar geliştirilen katalitik kraking, alkilasyon (1940) ve polimerizasyon prosesleriyle benzin kalitesi ıslah edildi ve yüksek oktanlı benzin talepleri karşılandı. Daha sonra katalitik izomerizasyon yöntemi geliştirilerek hidrokarbonların alkilasyon ham maddeleri

haline dönüştürülmesi gerçekleştirildi. 1960'larda ıslah edilmiş katalizörlerle, hidrokraking, buhar reforming, buhar kraking ve devaksing gibi proses metotları geliştirildi. Bu katalitik proseslerle aynı zamanda çift bağlı moleküller (alkenler) de elde edilebildiğinden, modern petrokimya endüstrisinin temelini oluşturmuşlardır.

3.2.4.İŞLEMLEME (TREATMENT) PROSESLERİ

Hidrokarbon olmayan maddeler, safsızlıklar ve son ürünlerin özelliklerini etkileyen veya dönüşüm proseslerinin verimini düşüren diğer maddelerin uzaklaştırılması için çeşitli kimyasal ve/veya fiziksel işleme metotları kullanılır. Tipik örnekler; kimyasal sweetening (yumuşatma), asit ile işleme, kil ile temaslandırma, kostik yıkama, hidrotreating, kurutma, çözücü ekstraksiyonu ve çözücü ile mum gidermedir. Sweetening, hampetrole prosesten önce uygulanarak kükürttten arınmasını sağlar, ürünlere ise proses sırasında veya prosesten sonra uygulanır.



Şekil 3.1. Tipik rafineri akım şeması (SR: straight run distilasyon işlemiyle elde edilen ve herhangi bir kimyasal prosesten geçirilmeyen hampetrol ürünleri için)

kullanılan bir tanımdır. Distilat: distilasyon prosesi sırasında yoğunlaştırılarak toplanan ürünlerdir.)

3.3.RAFİNERİ PROSESLERİ

Petrol rafinasyonu hampetrolü hidrokarbon gruplarına ayırmak amacıyla distilasyon veya fraksiyonlama prosesleriyle başlar. Ürünlerin çoğu, daha sonra kraking, reforming ve diğer dönüşüm prosesleri gibi işlemlerden geçirilerek içerdikleri hidrokarbon moleküllerinin büyüklüğü ve yapısı değiştirilir ve çok kullanılan ürünlere dönüştürülür. Sonraki aşamalar ekstraksiyon, hidrotreating gibi çeşitli işleme ve ayırma prosesleridir. Böylece istenmeyen bileşikler uzaklaştırılır ve ürünlerin kalitesi yükseltilir. Rafineri prosesleri beş genel grup altında toplanabilir.

3.3.1.DİSTİLASYON(FRAKSİYONLAMA) PROSESLERİ

Hampetrolün distilasyon kolonlarında atmosferik ve vakum altında distillenerek farklı kaynama aralıklarında, hidrokarbon gruplarına ayrılması işlemidir; bunlara ‘fraksiyonlar’ veya ‘cut’lar denir. Temel fraksiyonlama prosesleri atmosferik ve vakum distilasyon prosesleridir.

3.3.1.1. ATMOSFERİK DİSTİLASYON

Tuzu giderilmiş hampetrole geri kazanılan proses ısısı kullanılarak ön ısıtma uygulanır, sonra doğrudan ısıtılan bir ısıtıcıya verilerek 650 -700 °F arasındaki sıcaklıklarda ve atmosferik basıncın biraz üstünde bir basınçla dikey distilasyon kulesine, tabanının tam üstünden beslenir. En ağırlar dışındaki tüm fraksiyonlar buharlaşır ve sıcak buharlar kolon boyunca yükselirken sıcaklıkları düşmeye başlar.

Ağır fuel oil veya asfalt kalıntısı kulenin dibinden alınır. Kuleden, aşağıdan yukarıya doğru yükseldikçe, sırasıyla yağlama yağı, ısıtma yağı, benzin ve yoğunlaşmayan gazlar çekilir.

Fraksiyonlama kulesi 35 m kadar yükseklikte olabilen çelik bir silindir; sıvıları ayırma ve toplama için yatay çelik tepsileri bulunur. Her bir tepside, alttan gelen buharlar deliklerden ve kabarcık keplerinden geçer.

Bunlar, tepsinin sıcaklığa göre, bir kısım bileşiklerin yoğunlaşmasına, bazılarının da buhar halinde bir üst tepsiye geçmesine izin verirler. Yoğunlaşan sıvılar, tepsilerin üstlerinde bulunan taşkanlardan bir alttaki tepsiye akar; böylece daha yüksek sıcaklıklarda karşılaşarak tekrar buharlaşırlar. Buharlaşma, yoğunlaşma ve yıkama işlemleri, istenilen saflıkta ürün elde edilinceye kadar defalarca tekrarlanır. Bunun sonucunda istenilen fraksiyonları alacak şekilde bazı tepsilerden yan akımlar çekilir.

3.3.1.2.VAKUM DİSTİLAYONU

Hampetrolün atmosferik distilasyonundan alınan kalıntının distilasyonu, daha yüksek sıcaklıklarda çıkıldığında ısı parçalanma olacağından, vakumda (düşük basınçlarda) fraksiyonlanarak yapılır. Proseste bir veya daha fazla vakum kolonu kullanılabilir. Bazı vakum kulelerinin iç dizaynları atmosferik kulelerden farklıdır; tepsiler yerine rastgele dolgu maddeleri ve demister (buhar tutucu) yastıklar kullanılır. Tipik bir vakum kulesinde gaz oiller, yağlama yağları baz stokları için ağır kalıntı üretilebilir. İkinci-faz bir kulede, daha düşük vakumda çalışılır ve atmosferik kuleden alınan artık kalıntı distillenir; bu, yağlama yağları stoklarının elde edilmesinde kullanılamaz ve birinci vakum kulesinden alınan artık kalıntı deasfaltering için uygun değildir. Vakum kuleleri, artık kalıntıdan katalitik kraking hammaddelerini ayırmada kullanılır.

3.3.2. DÖNÜŞÜM (KONVERSİYON) PROSESLERİ

Konversiyon prosesleriyle hidrokarbon moleküllerinin büyüklükleri ve/veya yapıları değiştirilir. Bu prosesler:

Parçalanma (dekompozisyon); katalitik kraking, katalitik hidrokraking

Değişme ve yeniden düzenleme; katalitik izomerizasyon, katalitik reforming

3.3.2.1. PARÇALANMA(DEKOMPOZİSYON) PROSESLERİ

3.3.2.1.1.KATALİTİK KRAKİNG

Kompleks hidrokarbonları basit moleküllere parçalayarak daha hafif ve daha çok istenen ürünlerin kalite ve miktarlarını artırılmak ve kalıntıları azaltmak amacıyla uygulanır. Bu prosesle hidrokarbon bileşiklerin moleküler yapıları yeniden düzenlenerek ağır hidrokarbon hammaddeler gazyağı, benzin, ısıtma yağı ve petrokimyasal hammaddeler gibi daha hafif fraksiyonlara dönüştürülür. Bu dönüşüm, “ısısal” veya “katalitik” olarak yapılabilir.

Katalitik kraking prosesinde üç temel fonksiyon vardır:

Reaksiyon: hammadde katalizörle etkileşerek farklı hidrokarbonlara parçalanır,

Rejenerasyon: katalizör, kok kalıntıları yakılarak yeniden aktive edilir,

Fraksiyonlama: parçalanmış hidrokarbon akımları çeşitli ürünlere ayrılır.

3.3.2.1.2. KATALİTİK HİDROKRAKİNG

Oldukça ağır hammaddeler daha çok istenilen ürünlerin elde edilmesi amacıyla hidrojenli ortamda parçalanır. Proseste yüksek basınç ve yüksek sıcaklıklar, bir katalizör ve hidrojen kullanılır. Hidrokraking prosesi katalitik kraking veya reforming prosesleri ile işlenemeyen veya zor işlenen hammaddeler uygulanır; bunlar çoğunlukla yüksek konsantrasyonlarda iki temel katalizör zehirli kükürt ve nitrojenli bileşikler içeren hammaddelerdir. Hidrokraking prosesi, hammaddenin yapısına ve iki reaksiyonun (hidrojenasyon ve kraking) göreceli hızlarına bağlıdır. Ağır aromatik hammadde, yüksek basınç (70-140 atm) ve yüksek sıcaklıklarda (400-800 °C) özel katalizörler hidrojenli bir ortamda daha hafif ürünlere dönüştürülür. Hammadde yüksek oranlarda parafin içeriyorsa, hidrojenin asıl fonksiyonu polisiklik aromatik bileşiklerin oluşmasını önlemektir. Hidrokraking prosesinde hidrojenin diğer önemli rolü katran oluşumunu azaltmak ve katalizör üzerinde kok toplanmasını önlemektir. Hidrojenasyon prosesi ayrıca hammaddedeki sülfür ve nitrojenli bileşikleri, hidrojen sülfür ve amonyaka dönüştürür.

3.3.2.2. DEĞİŞME VE YENİDEN DÜZENLEME

3.3.2.2.1. KATALİTİK REFORMİNG

Bazen küçük moleküllerin birleştirilmesiyle daha büyük hidrokarbon molekülleri elde edilmesi istenir; bu prosese birleştirme prosesi denir. Katalitik reforming ve izomerizasyon temel birleştirme prosesleridir.

Hampetrolün distilasyonundan ve kraking ünitelerinden alınan benzinler yeterli oktan sayısına sahip olmadığından, katalitik reforming (ve izomerizasyon) prosesiyle düşük oktan sayılı benzinden hidrojen çıkarılarak oktan sayısı yükseltilir. Açığa çıkan hidrojen, hidrotreating ünitelerinde kullanılır.

3.3.2.2.2.KATALİTİK İZOMERİZASYON

İzomerizasyon, küçük moleküllerin birleştirilmesiyle daha büyük hidrokarbon moleküllerinin elde edildiği bir birleşme prosesidir. Hampetrolün distilasyonundan ve kraking ünitelerinden alınan benzinler yeterli oktan sayısına sahip olmadığından katalitik reforming ve izomerizasyon prosesiyle düşük oktan sayılı benzinden hidrojen çıkarılarak oktan sayısı yükseltilir.

İzomerizasyon n-bütan, n-pentan, n-heksan oktan sayıları yüksek kendi izoparafinlerine dönüştürür. Düz zincirli parafinler, aynı sayılarda aynı atomları içeren fakat farklı geometrik yapıda düzenlenmiş olan dallanmış zincirli eşdeğerlerine dönüştürür. İzomerizasyon hidrokarbon moleküllerinin yeniden düzenlenmesi yönünden katalitik reforminge benzerse de dönüşümde atomların ve sayılarının tam olarak korunması bakımından benzemez.

3.3.3.İŞLEMLEME (TREATMENT) PROSESİ

Bu proseslerin amacı hidrokarbon akımlarını sonraki proseslere hazırlamak ve son ürünleri şekillendirmektir. Safsızlıklar ve kirliliklerin uzaklaştırılması kadar aromatikler ve naftenlerin ayrılması veya uzaklaştırılması da treatment işlemleri içinde yer alır. Treatment kimyasal veya fiziksel ayırma şeklinde olabilir; çözünme,

absorbsiyon, çöktürme, kurutma, hidrodesülfürizasyon, solvent deasfaltering, sweetening, solvent ekstraksiyonu ve solvent devaksing, v.s.

3.3.3.1.KATALİTİK HİDRODESÜLFÜRİZASYON PROSESİ

Desülfürizasyon prosesi rafineri akımlarının bazılarında gereklidir; örneğin reforming prosesine verilen akımlardaki fazla sülfür ünitedeki katalizörlerin aktivitelerini bozar, elde edilen benzin fraksiyonlarında limitlerden fazla sülfür bulunmasına neden olur. Reformüle benzinlerde istenilen çok düşük sülfür limitlerinin sağlanabilmesi için benzinin büyük bir kısmının desülfürizasyon ünitesinden geçirilmesi gerekir.

Sülfürü ayırmak için uygulanan hidrotreating prosesine hidrodesülfürizasyon denir. Tipik bir hidrodesülfürizasyon ünitesinde, havası giderilen hammadde hidrojenle karıştırılır, bir ısıtıcıda ısıtılır ve basınç altında sabit-yataklı katalizörlü reaktöre gönderilir. Reaktörde, hammaddedeki sülfür ve nitrojen bileşikleri hidrojen sülfür ve amonyağa dönüşür. Son ürün harmanlamaya verilir veya katalitik reforming hammaddesi olarak kullanılır.

3.3.3.2. SOLVENT DEASFALTİNG

Asfaltik maddeler, koklaşma eğilimleri nedeniyle rafineri proseslerinde istenmeyen maddelerdir. Hammadde vakum distilasyonu kalıntısıdır. Ekstraksiyonda kolay ayrılabilir özelliğinden dolayı genellikle propan tercih edilir. İşlem orta derecelerdeki sıcaklıklarda ve yüksek basınçlarda yapılır. Bu ekstraksiyon prosesinde solvent olarak propan veya heksan kullanılarak içerdiği ağır yağ fraksiyonlarına ayrılarak yağlama yağları, katalitik kraking hammaddesi ve asfalt üretilir. Vakum kalıntısı genellikle doğrudan propan deasfaltere verilerek asfaltı çöktürülür.

Burada asfaltın verimini etkileyen parametreler,
Solventin kalıntıya oranı büyüdükçe oluşan asfaltın miktarı artar,
Solventin kalıntıya temas süresi arttıkça verim artar.

3.3.4. HARMANLAMA

Harmanlama istenilen özelliklerde bir ürün elde edebilmek için çok sayıda farklı sıvı hidrokarbonları fiziksel olarak karıştırmaktır. Harmanlama rafineri operasyonlarının en son ve kritik aşamasıdır; örneğin benzin ürünü, çeşitli proses ünitelerinden alınan komponentlerin harmanlanmasıyla elde edilir; karışımın oktan seviyesi, buhar basıncı değeri ve diğer özelliklerinin kullanım amacına göre belirlenmiş şartnamelere (spesifikasyonlara) uygun olması gerekir. Ürünler boru hattında harmanlanacağı gibi tank ve kaplarda yığın harmanlama da yapılabilir. Benzin, distilatlar, jet yakıtının boru hattında harmanlanmasında ana akıma ilave edilecek her bileşen bir orantılayıcıdan injekte edilir; oluşan türbülans karıştırmayı sağlar. Hidrokarbonlarda bulunmayan pek çok özellik harmanlama işleminden önce veya sonra katkı maddeleri ilavesiyle sağlanır; bunlar oktan sayısı artırıcılar, metal deaktivatörler, antioksidanlar, anti-vuruntu maddeleri, gum ve pas inhibitörleri, deterjanlar vs. gibi.

3.3.5. YARDIMCI İŞLETMELER VE DİĞER OPERASYONLAR

Bunlar arasında hafiflerin elde edilmesi (light-ends recovery), acı-su sıyırma (sour-water stripping), katı atıklar ve atık su işleme, proses suyu işleme ve soğutma, depolama ve taşıma, ürün hareketi, hidrojen üretimi, asit ve tail (atık) gaz işleme ve sülfür elde etme işlemleri sayılabilir. Yardımcı operasyonlar ve yerleşimler ise buhar ve güç üretimi, proses ve yangın suyu sistemleri, baca ve kurtarma sistemleri, fırınlar ve ısıtıcılar, pompalar ve valfler, gaz (buhar, hava, azot ve diğer fabrika gazları) sağlanması, alarmlar ve sensörler, gürültü ve kirlilik kontrolleri, örnek alma (testler ve kontroller), laboratuvar, kontrol odası, bakım ve idari yerleşimlerdir.

3.4. YAKITLAR

3.4.1. LPG (SIVILAŞTIRILMIŞ PETROL GAZLARI)

LPG, petrol rafinerilerinden çıkan bir yan üründür; genellikle % 90 propan, %2,5 bütan ve daha ağır hidrokarbonlar ile az miktarlarda etan ve propilen içeren

hidrokarbonlar karışımıdır; ancak propan ve bütan oranları kullanım alanlarına ve bölgelere göre farklı olabilir.

Hampetrolün rafinasyonu sırasında LPG üretimi, petrol rezervuarlarında varolan LPG'nin ayrılmasıdır, yani LPG dışındaki yakıtları üretmek için dizayn edilmiş olan gaz işletmeleri ve rafinerilerde ister istemez elde edilen ilk ürünler LPG dir.

Hampetrolün rafinasyonu ile benzin, jet yakıtı, dizel gibi ürünlerin elde edilmesi aşamalarında çıkan ilk ürün LPG dir. Kabaca bir varil ham petrolün rafinasyonunda % 3 kadar LPG üretilir; ancak bu oran %40'a kadar artırılabilir. Ayrıca, hampetrol kuyusundan doğal gazla beraber çekilemeyen ve hampetrol içinde kalan bir miktar LPG vardır; hampetrol boru hatlarına veya tankerlere verilmeden önce bu asosiye gazlar sıvılaştırılarak LPG halinde ayrılır.

Hampetrol distilasyon kulesi tepesinden çıkan sıvı hidrokarbonlar gaz fabrikalarında toplanır ve rafine edilir. Rafinasyonda LPG kaynama aralığında olan propan ve bütanlar karışımı ile hafif nafta elde edilir; karışımdan merkaptanlar uzaklaştırılır, propan ve bütan birbirinden ayrılır ve depolarına gönderilir. Hafif nafta kararlı hale dönüştürülür, merkaptanlardan arındırılır, benzin harmanlamaya verilir, LPG işleme yapılır, son ürünlerdeki sülfür miktarı azaltılır.

3.4.2. MOTOR BENZİNİ

Benzin, yüzlerce hidrokarbonun kompleks bir karışımıdır; hidrokarbonlar parafinik, olefinik, aromatik yapıda ve farklı miktarlardadır. Bir benzinin özelliklerini ve performansını bileşiminde bulunan hidrokarbonlar belirler.

Benzin rafinasyonunda ilk proses atmosferik distilasyondur. Atmosferik distilasyon prosesinde hampetrolde bulunan propan ve bütan gibi en düşük kaynama noktalı hafif fraksiyonlar kolonun tepesinden ayrılır. Tepeden aşağıya doğru sırasıyla nafta da denilen straight-run (SR) benzin, motorin gibi fraksiyonlar alınır. SR hafif benzin doğrudan, SR ağır benzin ise reformerden geçirildikten sonra benzin harmanlama ünitesine gönderilir. Motorin bileşenlerinden daha ağırlar atmosfer

basıncında buharlaşamazlar ve sıvı halde kolon dibinden çekilerek vakum distilasyon ünitesine gönderir.

Kraking ünitesinde ise yüksek kaynama noktalı hidrokarbonların yüksek sıcaklık ve katalizörlü ortamda (katalitik kraking) parçalanarak daha küçük molekülü ve benzin bileşenleri özelliklerinde hidrokarbonların elde dildiği ünitedir. Katalitik kraking prosesi akışkan yataklı katalitik (FCC) bir reaktörde yapılır; akışkan katalizör reaktörün kraking bölümü ile katalizör rejenerasyon kısmı arasına sürekli olarak akar. Modern rafinerilerde benzin fraksiyonu üretiminde kullanılan kraking yöntemi FCC'dir; çekilen benzin fraksiyonu benzin harmanlama ünitesine gönderilebilir.

Hidrokraking prosesi ise SR orta distilatın hammadde olarak beslendiği hidrokraking prosenin katalitik krakinge benzer, ancak burada kullanılan katalizör hidrojen atmosferindedir. Hidrokraking prosesinde katalitik krakingde parçalanmaya karşı direnç gösteren hidrokarbonlar da parçalanır. Bu proses benzin fraksiyonları elde etmekte kullanılırsa da daha çok dizel yakıtı üretimine yöneliktir.

Reforming prosesi ise beslenen hammaddedeki moleküller yeniden şekillenir, düz zincirli parafinler naftenlere ve aromatlere dönüşür; örneğin normal heptan önce halkalı yapıya, sonrada hidrojen çıkışıyla toluene dönüşür. Reaksiyonlarda açığa çıkan yan ürün hidrojen kazanılan oktan sayısı kadar önemlidir; hidrokraking proseslerinde kullanılır.

İzomerizasyon prosesinde ise düz zincirli parafinler izomerizasyon reaksiyonlarıyla kendi izomerlerine, dallanmış bileşiklere dönüşürler. Aynı karbon sayılı moleküllerden dallanmış izomerlerinin oktan sayısı, düz zinciri olandan daha yüksektir.

Hidrotreating prosesinde ise bir rafineri akımındaki safsızlıkların uzaklaştırılması için katalizörlü ortamda hidrojenle yapılan reaksiyonlara dayanan bir dizi proses hidrotreating adı altında toplanır. Hidrotreating prosesine en tipik örnek sülfürlü bileşiklerin uzaklaştırılmasıdır (desülfürizasyon). Özellikle reformüle benzin şartnamesi sülfür miktarını çok düşük seviyelere indirdiğinden, örneğin reforming

prosesine giren akımda fazla miktarda sülfür bulunması ortamdaki katalizörün aktivitesini düşürür.

Harmanlama prosesi ise proses ünitelerinde alınan akımlar standart benzin şartnamelerini tam olarak karşılamaz; bu nedenle benzin üretimindeki son aşama olan harmanlama işlemi yapılır. Harmanlamada pazar talebi, benzin şartnameleri ve çevre düzenleyici şartnameler dikkate alınır.

3.4.3. JET YAKITLARI

Jet yakıtındaki hidrokarbonların hemen hepsi parafin, naften veya aromatik yapıdadır. Aynı tipteki jet yakıtlarının değişik bazı özellikleri, bu üç gruptaki hidrokarbonların farklı oranlarda bulunmasından ileri gelir; bu farklılıklar yakıtın özelliklerini ve türbin motorundaki performansını etkiler. Jet yakıtlarına bazı katkı maddeleri eklenir: metal deaktivatör, buzlanma önleyici, yağlayıcı, biyosid, termal stabilizörler gibi.

Jet yakıtı üretiminde uygulanan temel rafineri prosesleri hampetrolden belirli fraksiyonların ayrıldığı distilasyon, istenmeyen bileşikler ve safsızlıkların uzaklaştırıldığı sweeting, hidrotreating, harmanlama prosesleridir.

Distilasyon prosesinde, distilasyon bir karışımdaki bileşiklerin kaynama noktalarına göre buharlaşıp tekrar yoğunlaşarak ayrılması esasına dayanan bir ayırma yöntemidir. Hampetrol hafif gazlardan, çok ağır hidrokarbon bileşiklere kadar binlerce bileşenin bir arada bulunduğu bir karışımdır. Bu karışımdan kaynama aralığı jet yakıtı özelliğinde olan fraksiyonlar çekilir; buna straight run (SR) jet yakıtı denir.

Hampetrol atmosferik distilasyon kulesine beslenir, tepe ve ara kademelerden straight run (SR) hafif ürünler, benzin, motorin ayrılır ve kolon dibi vakum distilasyon kolonuna beslenir. Vakum distilasyonuyla çekilen ağır distilat katalitik kraking ünitesinin hammaddesidir. Atmosferik distilasyon kolonunun aşağıdaki kısımlarından çekilen distilat, jet yakıtı üretilmek üzere hidrotreating ünitesinde hammadde olarak kullanılır.

Hidrotreating prosesinde ise olefinler ve aromatik hidrokarbonlar ile sülfürlü ve nitrojenli bileşiklerin uygun bir katalizörlü ortamda hidrojenle reaksiyona sokularak uzaklaştırılmasıdır. Reaksiyon işlenen hampetrole bağlı olarak jet yakıtında safsızlıkların tür ve derecelerine göre orta veya şiddetli koşullarda uygulanır. Doymamış hidrokarbonlar hidrojenle doyurulmuş bileşiklere dönüştürülür. Sülfürlü bileşikler parçalanarak hidrojen sülfür halinde ortamdan uzaklaştırılır.

Sweeting prosesinde ise jet yakıtındaki bazı korozif ve fena kokulu sülfürlü bileşikler (merkaptanlar), kimyasal yöntemlerle zararsız sülfürlere dönüştürerek uzaklaştırılır.

3.4.4.MOTORİN

Motorin ham petrolün atmosferik distilasyonundan çekilen orta fraksiyonun hafifleridir. Bu yakıt C9-C16 arasında karbon içeren hidrokarbonlar karışımıdır; kaynama aralığı 260-570 °F, yoğunluğu 0,81 g/cm³ tür.

Diğer petrol ürünlerinde olduğu gibi motorin üretimi de ham petrolün distilasyonu ile başlar. Distilasyon atmosferik basınçta ve vakumda olmak üzere iki aşamada yapılır. Ham petrol atmosferik distilasyon kolonuna beslenir, buradan dizel yakıt alınır. Atmosferik kolonun dibi vakum distilasyon kolonuna verilerek katalitik kraking hammadde olan vakum distilatı çekilir. Her iki distilasyon kolonundan alınan fraksiyonlardan motorin üretiminde kullanılacak olanlar diğer bazı proseslerden geçirilerek elde edilen şartnamelere uygun akımlar motorin harmanlama ünitesine verilir.

3.4.5.FUEL OİL

Fuel oiller rafineri distilatlarından ve kalıntı ürünlerden hazırlanır. Distilat ürünler distilasyonla elde edilen fraksiyonlardır; kalıntı ürünler ham petrolün değerli ürünleri elde etmek amacıyla çeşitli proseslerden geçirildikten sonra kalan ve artık rafine edilmeyen kısımlarıdır. ASTM D 396 standardında fuel oillerin sınıflandırılmasını, genel kullanım alanlarını ve koşulları tanımlanmıştır.

Tablo 3.2. ASTM D 396 standardına göre fuel oillerin sınıflandırılması

No.1	HAFİF FUEL OİLLER Orta distilat yakıtlar, kolay buharlaşır.	Yerleşimler (konut, otel, vs.) ve küçük endüstriyel bekler(burner) için uygundurlar. No.1 ve No.1 Düşük sülfürlü özellikle gazlaştırıcı tip bekler ve düşük akma noktalı yakıt depolama koşullarına uygundur.
No.1, Düşük sülfürlü		
No.2		
No.2, Düşük sülfürlü		
No.4 hafif	ORTA FUEL OİLLER Ağır distilat yakıtlar veya distilat/kalıntı yakıt harmanlarıdır	Ticari/endüstriyel beklerde(burner) kullanılırlar; vizkozite aralıklarına uygun olarak seçilir, taşıma ve kullanımda ön ısıtma gerekmez.
No.4		
No.5, Hafif	AĞIR FUEL OİLLER Artan vizkozite ve kaynama aralıklarında kalıntı yakıtlar	Endüstriyel bekler için uygundur; taşıma ve kullanımda yeterli ve düzgün atomizasyon için No.5 için soğuk iklim ve ekipmana göre, özellikle No.6 için ön ısıtma gerekir.
No.5, Ağır		
No.6		

Ham petrol atmosferik distilasyon kolonuna beslenir, buradan atmosferik distilasyon kalıntısı vakum distilasyon kolonuna beslenir, vakum distilasyon kolonundan ağır vakum distilatı katalitik kraking ünitesine beslenir, katalitik kraking ünitesinden alınan distilat ile vakum distilasyon kolonundan alınan ağır vakum kalıntısı fuel oili oluşturur. Vakum distilasyonunun dibi yüksek kükürtlü fazla değeri olmayan, fuel oil ve asfalt amaçlı kullanılan kalıntıdır.

3.4.6.ASFALT

Ana olarak bir hidrokarbon olan asfaltın, kimyasal bileşimi oldukça karışık ve değişken olup, petrolün destilasyonundan elde edilir.

Vakum kalıntısı genellikle doğrudan propan deasfaltere verilerek asfaltı çöktürülür. Hammadde vakum distilasyonu kalıntısıdır. Ekstraksiyonda kolay ayrılabilir özelliğinden dolayı genellikle propan tercih edilir. İşlem orta derecelerdeki sıcaklıklarda ve yüksek basınçlarda yapılır. Bu ekstraksiyon prosesinde solvent olarak propan kullanılarak içerdiği ağır yağ fraksiyonlarına ayrılarak asfalt üretilir.

Asfalt; yolların, hava alanlarının kaplanması, çatı izolasyonunda, su ile ilgili olan yapılarda su geçirmezlik sağlamada kullanılır. Yapışkan özelliği vardır. Boya sanayinde, akü üretiminde, su kanallarını kaplamada ve kil tuğlalarını yapıştırma kullanılır.

4.DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

İktisat bilimi kısaca sınırlı kaynakların yönetimi olarak bilinir. İşletmeler çabuk ve isabetli kararlar alabilmeleri için büyük ölçüde sistematik yaklaşıma gereksinim duyarlar.

Bilimsel karar alma süreci modellere dayanır. Bu amaç için çok çeşitli modeller ve teknikler geliştirilmiştir. Bunlar; doğrusal programlama, ulaştırma modelleri, leontief modeli, şebeke analizi, stok modelleri, oyun kuramı, bekleme hattı modelleri, dinamik programlama, tam sayılı programlama, markov analizi, doğrusal olmayan programlama vb.dir.

İster sayısal analizler, ister yöneylem araştırması adı altında olsun uygulanmakta veya geliştirilmekte olan ve matematik model kullanan bütün yöntemler, esasında işletme sorunlarının matematik olarak programlanması ve çözümünden başka bir şey değildir. İşletme problemlerinin matematik uygunluk derecelerinin araştırılması, gerekli kontrollerin yapılması ve stratejilerin saptanması ile tamamlanır. İşte matematik modellerin kuruluşu, çözümü, kontrolü ve uygulaması stratejilerinin saptanmasından oluşan bu süreç matematik programlamayı oluşturmaktadır.

İşletme problemlerinin, sayısal verilerle en basit şekilde anlatımı doğrusal programlama (D.P.) ile mümkündür. D.P. belli doğrusal eşitliklerin veya eşitsizliklerin kısıtlayıcı koşulları altında doğrusal bir amaç fonksiyonunu optimumlaştırmak biçiminde tanımlanabilir. Optimumlaştırmak, belli bir amaca en az masrafla ulaşmak ya da belli kaynaklarla en çok ürünü sağlamak anlamına gelir. D.P. sürecinde, önce gerekli bilgiler toplanır, probleme ait bir model kurulur ve daha sonra bu modelin çözümleri bilgisayar destekli yazılım paketleri ile bulunur. Bu çözümlerin gerçek yaşam problemlerine uygulanabilirliği test edildikten sonra yöneticilere sunulur.

4.1. DOĞRUSAL PROGRAMLAMANNIN MATEMATİKSEL YAPISI

Doğrusal programlamanın üç önemli bileşeni vardır:

Amaç fonksiyonu

Kısıtlayıcı fonksiyonlar

Pozitif kısıtlama

Amaç Fonksiyonu:

D.P. modelinde doğrusal biçimde ifade edilen bir amaç fonksiyonu vardır. Amaç fonksiyonu, kazanç maksimizasyonu ya da maliyet minimizasyonu şeklinde olur. Amaç fonksiyonu Z , kontrol edilebilir değişkenler X_j ($j=1,2,\dots,n$) ve sabit katsayılar (birim başına kazanç ya da birim başına maliyet katsayıları) c_j ($j=1,2,\dots,n$) olmak üzere

$$Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

biçiminde ifade edilebilir.

Kısıtlayıcı Fonksiyonlar:

İşletmeler, faaliyetlerini bir takım kısıtlayıcı koşullar altında sürdürürler. Makinelerin kapasite kullanımları, iş gücü, finansman, zaman sınırlılığı vb. gibi koşullar bu kısıtlayıcılara örnek olarak verilebilir. Kısıtlayıcılar, teknoloji matrisi a_{ij} , ihtiyaç vektörü b_i olmak üzere standart maksimizasyon probleminde

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i=1,2,\dots,m$$

standart minimizasyon probleminde ise,

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i, \quad i=1,2,\dots,m$$

biçiminde ifade edilirler. Standart D.P. problemlerinde “ $\geq$ ” ya da “ $\leq$ ” yanı sıra “ $=$ ” işareti hem maksimizasyonda hem de minimizasyon problemlerinde kullanılabilir. Örneğin makinelerin tam kapasite ile çalışmaları durumunda “ $=$ ” eşitlik kullanılır. Standart olmayan D.P. problemlerinde kısıtlayıcıların sağındaki işaretler “ $\geq$ ”, “ $\leq$ ” ya da “ $=$ ” işaretleri karışık olarak da kullanılabilirler.

Pozitif Kısıtlama:

İşletme faaliyetleri koordinat düzleminin birinci bölgesinde meydana gelir. Yani, negatif üretim ya da negatif maliyet olmayacağından karar değişkenleri X_j 'lerin negatif olması düşünülemez. Bu matematiksel olarak

$$X_j \geq 0, j=1,2,\dots,n$$

biçiminde ifade edilir.

Yukarıda genel matematiksel modeli verilen doğrusal programlama modeli daha açık biçimde aşağıdaki gibi yazılabilir.

Amaç fonksiyonu:

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

Kısıtlayıcılar:

$$a_{11}x_{11} + a_{12}x_{12} + \dots + a_{1n}x_{1n} \leq b_1$$

$$a_{21}x_{21} + a_{22}x_{22} + \dots + a_{2n}x_{2n} = b_2$$

..

$$a_{m1}x_{m1} + a_{m2}x_{m2} + \dots + a_{mn}x_{mn} \geq b_m$$

Pozitif Kısıtlama:

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$$

Kazanç maksimizasyonu olan bu modelde kısıtlayıcı eşitsizliklerin sağ tarafındaki “ $\leq$ ” işareti yerine “ $\geq$ ” işareti yazılırsa maliyet minimizasyonunun

matematiksel modeli elde edilmiş olur. Bu model, matris gösterimi ile de aşağıdaki gibi yazılabilir. a_{ij} katsayılarından oluşan *teknolojik matris*;

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

İhtiyaç vektörü;

$$B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_m \end{pmatrix}$$

Fiyat (veya maliyet) katsayıları vektörü

$$C = [C_1 \ C_2 \dots C_n]$$

Karar değişkenleri vektörü ise

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_m \end{pmatrix}$$

Şeklinde verilirse, matris notasyonla;

Amaç fonksiyonu;

$$Z = C.X$$

Kısıtlayıcılar ;

$$A.X \geq B$$

Pozitif kısıtlama,

$$\mathbf{X} \geq \mathbf{0}$$

şeklinde olur.

D.P. yönteminin kullanışlılığı, bilgisayar yazılımlarındaki gelişmeler ile daha da artmıştır. Doğrusal programlama problemlerinin bilgisayar ortamında çözümü için LINDO, QSB, DEAP, TORA gibi çeşitli programlar geliştirilmiştir. Bu programların yanı sıra herkesçe rahatlıkla elde edilebilecek ve kullanımı kolay olan Excel ile de bu problemleri çözmek olanaklıdır.

Windows'un çok yaygınlaşmış olması, ofis uygulama programlarının hemen herkesçe kullanılabilmesi, bu problemlerin Excel'de çözümünü önemli kılmaktadır.

ÖRNEK 4.1: Bir meyva suyu fabrikasında ham maddesi elma ve şeftali olan A,B,C gibi üç çeşit karışık meyva suyu üretilmektedir. Birim kazançlar (TL/kg), hammadde ve imalat departmanları üzerindeki sınırlayıcı şartlar göz önüne alınarak aşağıdaki LP modeli dizayn edilmiştir:

$$Z(\max) \quad 100x_1 + 60x_2 + 80x_3 \quad (\text{kazanç denklemi})$$

$$30x_1 + 15x_2 + 24x_3 \leq 480 \text{ kg} \quad (\text{elma miktarı})$$

$$15x_1 + 30x_2 + 24x_3 \leq 600 \text{ kg} \quad (\text{şeftali miktarı})$$

$$2x_1 + 4x_2 + 4x_3 \leq 86 \text{ saat} \quad (\text{karışım makinası})$$

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 60 \text{ saat} \quad (\text{doldurma makinası})$$

$$2x_1 + x_2 + x_3 \leq 40 \text{ saat} \quad (\text{paketleme makinası})$$

Burada x_1, x_2, x_3 kg cinsinden A,B,C ürünlerinin miktarıdır.

QM for windows yazılımını kullanarak elde edilen optimum çözümde $Z=1760$ TL , $x_1=8$ kg, $x_2=16$ kg, $x_3=0$ kg olarak belirlenmiştir.

Boş değişkenler kaynakların ne ölçüde kullanıldığını belirler. Örneğin $S_1=0$ ve $S_2=0$ mevcut elma ve şeftalilerin hepsini kullanıldığını , $S_3=6$, $S_4=36$, $S_5=8$ karışım doldurma ve paketleme departmanlarında kullanılmayan kapasite miktarlarını saat cinsinden gösterir.

Her gölge fiyat belirli bir kaynaktan sağlanacak birim artışın kazançta meydana getireceği artış miktarıdır. Buna göre, bir kg ilave elma kazancı 3.111 TL, şeftali ise 0,444 TL arttırır. Diğer gölge fiyatlarını sıfır olması, imalat departmanlarında kapasiteyi artırmanın kazancı etkilemeyeceği anlamına gelir. Amaç denkleminin katsayılarına ait limitler çözüm setinin aynı kaldığı değişme sınırlarının belirler. Örneğin x_1 in katsayısı $90 \leq 100 \leq 120$ arasında değiştiği takdirde çözüm setinde değişme olmaz. En fazla kazancın hangi kaynağı ne miktar artırmakla elde edilebileceğini bulmak için örneğin elma miktarı 480 kilogramdan 600 kilograama arttırılırsa kazanç $3,111 \cdot 120 = 373,32$ artar.

Değişkenler	Değer	Küçültme maliyeti (Reduced cost)
x_1	8	0
x_2	16	0
x_3	0	5,333

Kısıtlamalar	Boş değişkenler (Kullanılmayan kapasite miktarları-saat)	Gölge fiyat (İlavelerin kazancı arttırma miktarları TL)
S_1	0	3,111
S_2	0	0,444
S_3	6	0
S_4	36	0
S_5	8	0

Amaç değişkenlerinin katsayılarına ait limitler					
Değişkenler	Alt limit	Şimdiki değer	Üst limit	Hesaptaki artış	Hesaptaki azalış
x_1	90	100	120	20	10
x_2	50	60	200	140	10
x_3	limit yok	80	85,333	5,333	limit yok

5. MODEL VE SONUÇLARI

İNDİSLER

i : ham madde indisi (ham petrol indisi)

J : ürün indisi (petrol ürünü indisi)

DEĞİŞKENLER

C_i : ham petrol türlerinin ton cinsinden kullanılma miktarı

X_J : ürün türlerinin ton cinsinden üretilme miktarı

PARAMETRELER

a_J : ürün türlerinin TL cinsinden ton başına yurtiçi satış fiyatı

b_i : ham petrol türlerinin TL cinsinden ton başına satın alma maliyeti

f_J : ürün stoklarının TL cinsinden maliyeti

s_J : ürünlerin ton cinsinden stok miktarları

d_J : ürünlerin ton cinsinden talep miktarı

k_J : ürün ünitelerinin ton cinsinden kapasitesi

u : ana ham petrol tankının ton cinsinden kapasitesi

Modelde tek bir planlama dönemi ele alınmaktadır.

Rafineri 8 çeşit petrol ürünü üretmek istemektedir.

Petrol ürünlerinin her biri 10 tip ham petrolün karışımıyla elde edilmektedir.

PLANLAMADA KULLANILAN DEĞİŞKENLER

C_i ; ham petrol türlerinin ton cinsinden kullanılma miktarı olup çalışmada dikkate alınan ham petrol türleri Tablo 5.1 de gösterilmiştir.

Tablo 5.1 Hammadde türleri kodlaması

C_i	Ham Petrol Türü
C_1	Siberian Light
C_2	İran Light
C_3	İran Heavy
C_4	Lavan Blend
C_5	Kerkük
C_6	Kumkol
C_7	CPC Blend
C_8	REB
C_9	Standart Blend
C_{10}	Val D'agri

Çalışmada, tipik bir petrol rafinerisinde üretilen 8 adet standart ürün dikkate alınmış olup, Tablo 5.2 de gösterilmiştir. Burada, X_j ürün türlerinin ton cinsinden üretilme miktarıdır.

Tablo 5.2 Ürün türleri kodlaması

X_j	Ürün Türü
X_1	LPG
X_2	Kurşunsuz Benzin 95 Oktan
X_3	Kur. Benzin 95 Premium
X_4	Jet Yakıtı
X_5	Motorin
X_6	Kırsal Motorin
X_7	Fuel Oil
X_8	Asfalt

PLANLAMADA KULLANILAN PARAMETRELER

Ürünlerin yurt içi satış fiyatları Tablo 5.3 de verilmiştir. Bu veriler Haziran 2010 tarihli olup Tüpraş İzmit Rafinerisine aittir.

Tablo 5.3 Ürünlerin yurtiçi satış fiyatları ve kodlaması

a_j	Elde Edilen Ürün	Satış Fiyatı TL/Ton*
a_1	LPG	1070,35
a_2	Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	1226,78
a_3	Kur. Benzin 95 Premium	1250,09
a_4	Jet Yakıtı	1187,57
a_5	Motorin	1090,51
a_6	Kırsal Motorin	1060,78
a_7	Fuel Oil	760,69
a_8	Asfalt	784,00

Tablo 5.4 de Ham petrol türlerinin TL cinsinden ton başına satın alma maliyetleri gösterilmektedir. Bu fiyatlar, Haziran 2010 tarihli olup Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bilgi Yönetimi internet sitesinden alınmıştır.

Tablo 5.4 Ham petrol satın alma maliyetleri ve kodlaması

b_i	Ham Petrol Türü	Maliyeti TL/Ton
b_1	Siberian Light	919,79
b_2	İran Light	908,24
b_3	İran Heavy	868,79
b_4	Lavan Blend	948,79
b_5	Kerkük	905,56
b_6	Kumkol	998,09
b_7	CPC Blend	980,99
b_8	REB	887,86
b_9	Standart Blend	899,28
b_{10}	Val D'agri	871,99

PLANLAMADA KULLANILAN SINIRLAMALAR

Üretimde kullanılacak ham petroler şarj ünitelerine gelmeden önce ana ham petrol tankına sevk edilmekte ve ilk işlemi burada görmektedir. Ana ham petrol tankı 1 adettir. Değişik türden ham petroler aynı anda ana ham petrol tankına alınabilmektedir.

1.SINIRLAMA

Çalışmada dikkate alınan petrol rafinerisinin toplam petrol depolama kapasitesi 10^6 Ton olarak kabul edilmiştir. Bu çerçevede, ana ham petrol tankı için kapasite sınırlaması aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\sum_{i=1}^{10} C_i \leq 10^6$$

2.SINIRLAMA

Piyasada değişik ürünlere ait genel talep dikkate alınarak, rafinerinin üretim kapasitesi Tablo 5.5 de verilmiştir.

Tablo 5.5 Kapasite Sınırlamaları ve Kodlaması

k_j	Ürün Türü	Kapasite (ton)
k_1	LPG	100000
k_2	Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	140000
k_3	Kur. Benzin 95 Premium	140000
k_4	Jet Yakıtı	130000
k_5	Motorin	140000
k_6	Kırsal Motorin	140000
k_7	Fuel Oil	130000
k_8	Asfalt	120000

$$X_j \geq k_j \quad J=1..8$$

3. SINIRLAMA

Ham petrollerin ürünlere dönüşüm verimleri Tablo 5.6 da verilmiştir.

Tablo 5.6 Ham petrollerden değişik ürünlerin üretilme verimlerini gösteren teknolojik matris katsayıları

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀
X ₁	0,0443	0,0405	0,0308	0,0433	0,0603	0,0799	0,0998	0,0798	0,0868	0,0943
X ₂	0,0865	0,0790	0,0762	0,0808	0,1420	0,1970	0,1395	0,1093	0,0945	0,1920
X ₃	0,1070	0,0987	0,1252	0,1145	0,1429	0,0649	0,1590	0,0915	0,2190	0,1480
X ₄	0,1368	0,1173	0,1085	0,1263	0,1300	0,1118	0,1530	0,1013	0,1270	0,1398
X ₅	0,2515	0,2465	0,2010	0,2065	0,1345	0,0707	0,0900	0,0705	0,0713	0,0709
X ₆	0,0195	0,0252	0,0230	0,1770	0,1290	0,1998	0,1980	0,2490	0,2958	0,2158
X ₇	0,2250	0,2260	0,2155	0,2505	0,1023	0,0807	0,0905	0,0845	0,0705	0,0348
X ₈	0,1280	0,1663	0,2195	0,0000	0,1580	0,1950	0,0693	0,2125	0,0300	0,1035

Bu tabloya göre;

$$X_1 = 0,0443 C_1 + 0,0405 C_2 + 0,0308 C_3 + 0,0433 C_4 + 0,0603 C_5 + 0,0799 C_6 + 0,0998 C_7 + 0,0798 C_8 + 0,0868 C_9 + 0,0943 C_{10}$$

$$X_2 = 0,0865 C_1 + 0,0790 C_2 + 0,0762 C_3 + 0,0808 C_4 + 0,142 C_5 + 0,1970 C_6 + 0,1395 C_7 + 0,1093 C_8 + 0,0945 C_9 + 0,1920 C_{10}$$

$$X_3 = 0,1070 C_1 + 0,0987 C_2 + 0,1252 C_3 + 0,1145 C_4 + 0,1429 C_5 + 0,0649 C_6 + 0,1590 C_7 + 0,0915 C_8 + 0,2190 C_9 + 0,1480 C_{10}$$

$$X_4 = 0,1368 C_1 + 0,1173 C_2 + 0,1085 C_3 + 0,1263 C_4 + 0,1300 C_5 + 0,1118 C_6 + 0,1530 C_7 + 0,1013 C_8 + 0,1270 C_9 + 0,1398 C_{10}$$

$$X_5 = 0,2515 C_1 + 0,2465 C_2 + 0,2010 C_3 + 0,2065 C_4 + 0,1345 C_5 + 0,0707 C_6 + 0,0900 C_7 + 0,0705 C_8 + 0,0713 C_9 + 0,0709 C_{10}$$

$$X_6 = 0,0195 C_1 + 0,0252 C_2 + 0,0230 C_3 + 0,1770 C_4 \\ + 0,1290 C_5 + 0,1998 C_6 + 0,1980 C_7 + 0,2490 C_8 + 0,2958 C_9 + 0,2158 C_{10}$$

$$X_7 = 0,2250 C_1 + 0,2260 C_2 + 0,2155 C_3 + 0,2505 C_4 + \\ 0,1023 C_5 + 0,0807 C_6 + 0,0905 C_7 + 0,0845 C_8 + 0,0705 C_9 + 0,0348 C_{10}$$

$$X_8 = 0,1280 C_1 + 0,1663 C_2 + 0,2195 C_3 + 0,0000 C_4 \\ + 0,1580 C_5 + 0,1950 C_6 + 0,0693 C_7 + 0,2125 C_8 + 0,0300 C_9 + 0,1035 C_{10}$$

4.SINIRLAMA

DOĞAL SINIRLAMALAR

$$X_J \geq 0 \quad J=1..8$$

$$C_i \geq 0 \quad i= 1..10$$

AMAÇ FONKSİYONUNUN OLUŞTURULMASI

Amaç fonksiyonu hammadde maliyetinin minimizasyonundan oluşmaktadır.

$$\text{Min. } Z = \sum_{i=1}^{10} b_i \cdot C_i$$

Ürün gelirlerinden hammadde maliyeti ve diğer maliyetler çıkartılarak kazanç hesaplanmaktadır.

Çalışmada temel 3 senaryo üzerinde duruldu. Bunlar, her ürün için

- Talebinin tam karşılanması
- Asgari kapasite kullanımının uygulanması
- Asgari üretim miktarının uygulanması

şeklinde özetlenebilir. Ayrıca temel senaryoların değişik varyasyonları da dikkate alındı. Burada, değişik petrol türlerinin temin edilememesi üzerinde duruldu.

5.1. SENARYO 1

Senaryo 1 de talebi izleme stratejisi uygulanmıştır. Yani talep bazında üretim yapılmıştır.

Tablo 5.7 Mamullerin ton cinsinden talep miktarları

d_j	Ürün Türü	Talep(Ton)
d_1	LPG	65000
d_2	Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	119000
d_3	Kur. Benzin 95 Premium	127000
d_4	Jet Yakıtı	125000
d_5	Motorin	141000
d_6	Kırsal Motorin	153000
d_7	Fuel Oil	138000
d_8	Asfalt	128000

Sınırlamalar

$$0,0443 C_1 + 0,0405 C_2 + 0,0308 C_3 + 0,0433 C_4 + 0,0603 C_5 + 0,0799 C_6 + 0,0998 C_7 + 0,0798 C_8 + 0,0868 C_9 + 0,0943 C_{10} = 65000$$

$$0,0865 C_1 + 0,0790 C_2 + 0,0762 C_3 + 0,0808 C_4 + 0,1420 C_5 + 0,1970 C_6 + 0,1395 C_7 + 0,1093 C_8 + 0,0945 C_9 + 0,1920 C_{10} = 119000$$

$$0,1070 C_1 + 0,0987 C_2 + 0,1252 C_3 + 0,1145 C_4 + 0,1429 C_5 + 0,0649 C_6 + 0,1590 C_7 + 0,0915 C_8 + 0,2190 C_9 + 0,1480 C_{10} = 127000$$

$$0,1368 C_1 + 0,1173 C_2 + 0,1085 C_3 + 0,1263 C_4 + 0,1300 C_5 + 0,1118 C_6 + 0,1530 C_7 + 0,1013 C_8 + 0,1270 C_9 + 0,1398 C_{10} = 125000$$

$$0,2515 C_1 + 0,2465 C_2 + 0,2010 C_3 + 0,2065 C_4 + 0,1345 C_5 + 0,0707 C_6 + 0,0900 C_7 + 0,0705 C_8 + 0,0713 C_9 + 0,0709 C_{10} = 141000$$

$$0,0195 C_1 + 0,0252 C_2 + 0,0230 C_3 + 0,1770 C_4 + 0,1290 C_5 + 0,1998 C_6 + 0,1980 C_7 + 0,2490 C_8 + 0,2958 C_9 + 0,2158 C_{10} = 153000$$

$$0,2250 C_1 + 0,2260 C_2 + 0,2155 C_3 + 0,2505 C_4 + 0,1023 C_5 + 0,0807 C_6 + 0,0905 C_7 + 0,0845 C_8 + 0,0705 C_9 + 0,0348 C_{10} = 138000$$

$$0,1280 C_1 + 0,1663 C_2 + 0,2195 C_3 + 0,0000 C_4 + 0,1580 C_5 + 0,1950 C_6 + 0,0693 C_7 + 0,2125 C_8 + 0,0300 C_9 + 0,1035 C_{10} = 128000$$

$$\sum_{i=1}^{10} C_i \leq 1000000$$

$$0 \leq C_i \leq 1000000 \quad i = 1..10$$

Amaç fonksiyonu hammadde maliyetinin minimizasyonundan oluşmaktadır:

$$\text{Min. } Z = \sum_{i=1}^{10} b_i \cdot C_i$$

Çalışmada, Texas Üniversitesi, Yöneylem Araştırma grubunda Paul. J. Jensen tarafından geliştirilen “OR_MM matematiksel programlama paketi” nin Excel eklentisi (13 Ağustos 2010 tarihli revizyonu) kullanıldı.

Linear Model		Name: LP_1	Solver: Jensen LP/IP	Ph. 1 Iter. 10
DOĞRU		Type: LP1	Type: Linear	Total Iter. 10
YANLIŞ		Goal: Min	Sens.: Yes	Comp. Time 00:00
DOĞRU		Profit: 896624777,3	Side: No	Status Optimal
YANLIŞ				
YANLIŞ				
100				
100				
0				
60				

Variables		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Name:		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
Values:		137664	0	175329,2	141088,3	41471,57	0	47597,58	164263,8	38811,93	250945,1
Lower Bounds:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Upper Bounds:		1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000

Linear Obj. Coef.:		919,79	908,24	868,79	948,79	905,56	998,09	980,99	887,86	899,28	871,99
--------------------	--	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Constraints		Num.	Name	Value	Rel.	RHS	Linear Constraint Coefficients											
1	Con1	65000	=	65000		0,0443	0,0405	0,0308	0,0433	0,0603	0,0799	0,0998	0,0798	0,0868	0,0943			
2	Con2	119000	=	119000		0,0865	0,079	0,0762	0,0808	0,142	0,197	0,1395	0,1093	0,0945	0,192			
3	Con3	127000	=	127000		0,107	0,0987	0,1252	0,1145	0,1429	0,0649	0,159	0,0915	0,219	0,148			
4	Con4	125000	=	125000		0,1368	0,1173	0,1085	0,1263	0,13	0,1118	0,153	0,1013	0,127	0,1398			
5	Con5	141000	=	141000		0,2515	0,2465	0,201	0,2065	0,1345	0,0707	0,09	0,0705	0,0713	0,0709			
6	Con6	153000	=	153000		0,0195	0,0252	0,023	0,177	0,129	0,1998	0,198	0,249	0,2958	0,2158			
7	Con7	138000	=	138000		0,225	0,226	0,2155	0,2505	0,1023	0,0807	0,0905	0,0845	0,0705	0,0348			
8	Con8	128000	=	128000		0,128	0,1663	0,2195	0	0,158	0,195	0,0693	0,2125	0,03	0,1035			
9	Con9	997171,4	<=	1000000		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			

Şekil 5.1 Yazılımda Senaryo 1 modelinin çözümü

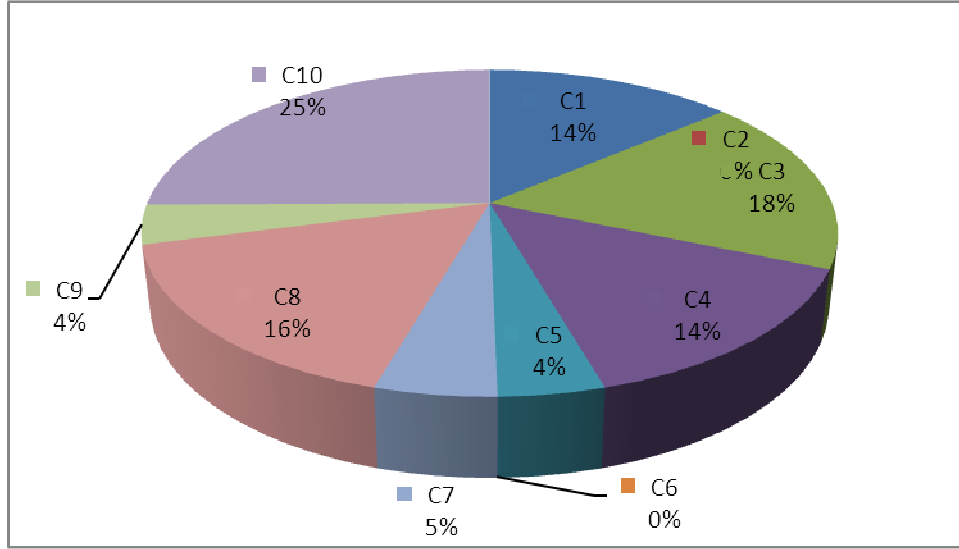
Sensitivity Analysis for Worksheet LP_1

Variable Analysis				Objective Value: 896.624.768,			
Num.	Name	Value	Status	Reduced Cost	Objective Coefficient	Range Lower Limit	Range Upper Limit
1	X1	137.664,0025	Basic	0,	919,79	709,6953	964,2956
2	X2	0,	Lower	75,8596	908,24	832,3804	---
3	X3	175.329,2078	Basic	0,	868,79	815,7028	903,3259
4	X4	141.088,2792	Basic	0,	948,79	817,9369	1.191,6074
5	X5	41.471,5686	Basic	0,	905,56	872,6256	959,3288
6	X6	0,	Lower	170,4878	998,09	827,6023	---
7	X7	47.597,5832	Basic	0,	980,99	935,6993	1.257,3687
8	X8	164.263,7549	Basic	0,	887,86	823,9018	1.224,1974
9	X9	38.811,9264	Basic	0,	899,28	650,1263	949,0242
10	X10	250.945,1257	Basic	0,	871,99	745,1949	909,9529

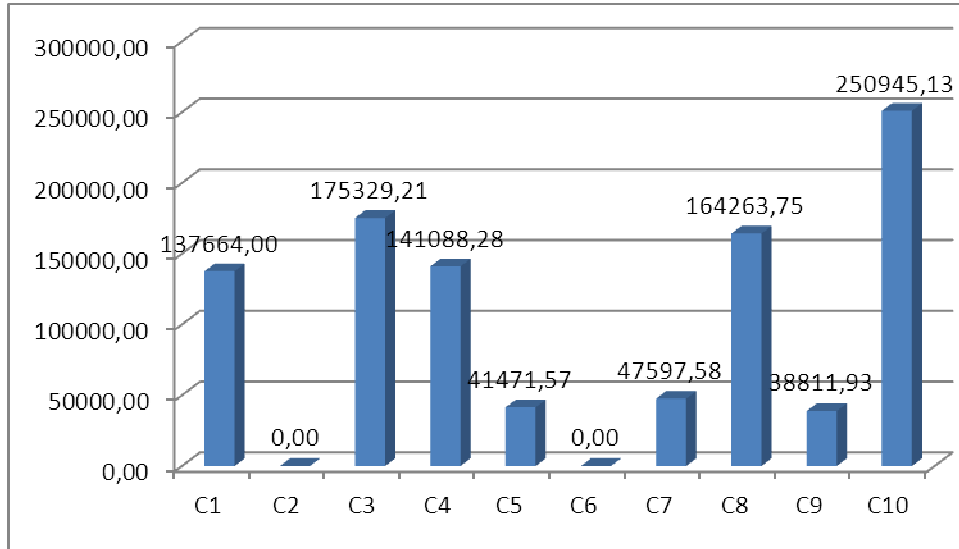
Constraint Analysis							
Num.	Name	Value	Status	Shadow Price	Constraint Limit	Range Lower Limit	Range Upper Limit
1	Con1	65.000,	Equality	-3.293,6361	65.000,	61.984,6037	65.414,6905
2	Con2	119.000,	Equality	-958,128	119.000,	109.057,0638	121.527,4066
3	Con3	127.000,	Equality	-410,5351	127.000,	122.297,1891	129.769,6878
4	Con4	125.000,	Equality	8.149,5844	125.000,	124.567,9194	127.089,889
5	Con5	141.000,	Equality	-967,8711	141.000,	137.065,6449	143.227,2854
6	Con6	153.000,	Equality	1.065,6712	153.000,	148.268,9884	155.790,3448
7	Con7	138.000,	Equality	789,527	138.000,	130.819,3979	140.824,3204
8	Con8	128.000,	Equality	958,0911	128.000,	120.839,3101	130.832,8308
9	Con9	997.171,4483	Basic	0,	1.000.000,	997.171,4483	---

Şekil 5.2 Yazılımda Senaryo 1 model çözümünün duyarlılık analizi

Yazılımda Senaryo 1 modelinin çözülmesiyle bulunmuş ham petrol talep değerlerinin % dağılımı aşağıda grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.3 Senaryo 1 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları



Şekil 5.4 Senaryo 1 için değişik ham petrol talep değerleri (ton)

Ürünlerin üretim miktarları ve satış gelirleri tablo 5.8 de verilmiştir.

Tablo 5.8 Senaryo 1 ürün satış geliri

Ürün Türü	Satış (TL/Ton)	Talep(Ton)	Gelir (TL)
LPG	1070,35	65000	69572750
Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	1226,78	119000	145986820
Kur. Benzin 95 Premium	1250,09	127000	158761430
Jet Yakıtı	1187,57	125000	148446250
Motorin	1090,51	141000	153761910
Kırsal Motorin	1060,78	153000	162299340
Fuel Oil	760,69	138000	104975220
Asfalt	784	128000	100352000
TOPLAM SATIŞ GELİRİ			1044155720

Yazılımda hammadde maliyeti giderinin minimize edildiği amaç fonksiyonunun çözülmesiyle, hammadde maliyeti 896624777,3 TL olarak bulunmuştur.

Ayrıntılı maliyet analizi ise Tablo 5.9 da verilmiştir.

Tablo 5.9 Senaryo 1 maliyetler

MALİYETLER (GİDER)	
Nakliye ve Sigorta Maliyeti(TL)	1374145
Satış, Teşvik, Prim Maliyeti(TL)	693791
Tamir, Bakım, Onarım Maliyeti(TL)	81187
Enerji Maliyeti(TL)	40875
Vergi Maliyeti(TL)	1076041
Personel Maliyeti(TL)	1650000
Ham Petrol Maliyeti(TL)	896624777
TOPLAM	901540817

Tablo 5.10 Senaryo 1'in kazancı

GELİR (TL)	GİDER (TL)	KAZANÇ (TL)
1044155720	901540817	142614903

5.2. SENARYO 2

Bu senaryoda; ürün miktarının, kapasitenin %60'ının altına düşmemesi hedeflenmiştir.

Tablo 5.11 Kapasite Sınırlamaları ve Kodlaması

k_j	Ürün Türü	Kapasite (ton)	Kapasitenin %60 'ı
k_1	LPG	100000	60000
k_2	Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	140000	84000
k_3	Kur. Benzin 95 Premium	140000	84000
k_4	Jet Yakıtı	130000	78000
k_5	Motorin	140000	84000
k_6	Kırsal Motorin	140000	84000
k_7	Fuel Oil	130000	78000
k_8	Asfalt	120000	72000

Sınırlamalar:

$$X_1 \geq 60000$$

$$X_2 \geq 84000$$

$$X_3 \geq 84000$$

$$X_4 \geq 78000$$

$$X_5 \geq 84000$$

$$X_6 \geq 84000$$

$$X_7 \geq 78000$$

$$X_8 \geq 72000$$

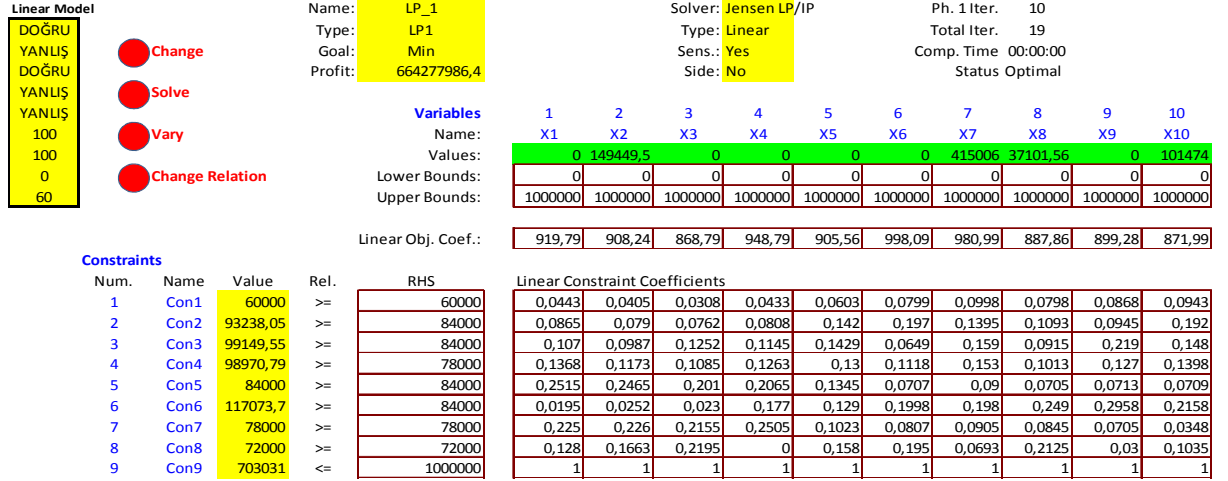
$$10$$

$$\sum_{i=1} C_i \leq 1000000$$

$$0 \leq C_i \leq 1000000 \quad i = 1..10$$

Amaç fonksiyonu hammadde maliyetinin minimizasyonundan oluşmaktadır:

$$\text{Min. } Z = \sum_{i=1}^{10} b_i \cdot C_i$$



Şekil 5.5 Yazılımda Senaryo 2 modelinin çözümü

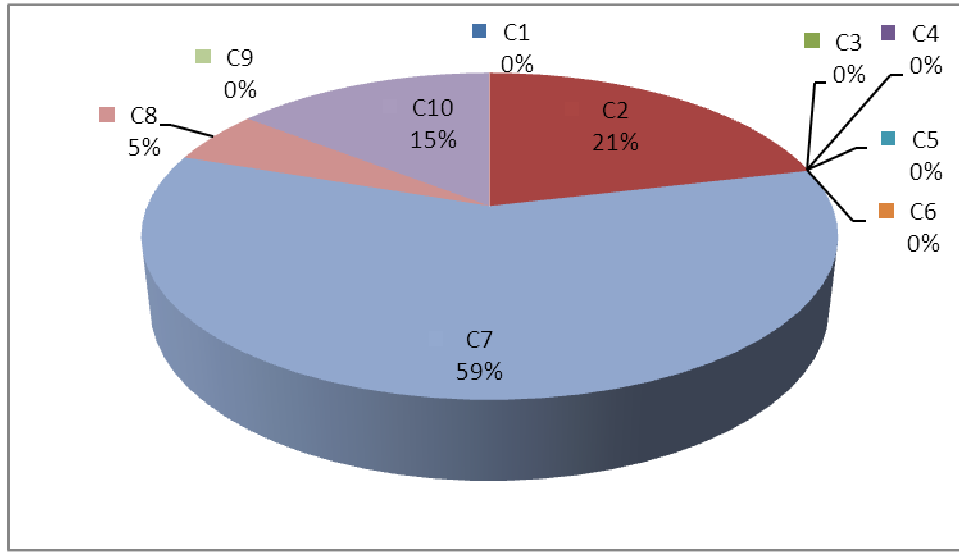
Sensitivity Analysis for Worksheet LP_1

Variable Analysis				Objective Value:		664.277.952,		
Num.	Name	Value	Status	Reduced Cost	Objective Coefficient	Range Lower Limit	Range Upper Limit	
1	X1	0,	Lower	1,6669	919,79	918,1231	---	
2	X2	149.449,4851	Basic	0,	908,24	755,3467	909,8917	
3	X3	0,	Lower	57,8228	868,79	810,9672	---	
4	X4	0,	Lower	120,7924	948,79	827,9975	---	
5	X5	0,	Lower	112,8458	905,56	792,7142	---	
6	X6	0,	Lower	124,0432	998,09	874,0469	---	
7	X7	415.005,9748	Basic	0,	980,99	909,0899	988,9954	
8	X8	37.101,556	Basic	0,	887,86	881,947	969,8511	
9	X9	0,	Lower	80,083	899,28	819,1971	---	
10	X10	101.473,9703	Basic	0,	871,99	826,0619	902,5524	

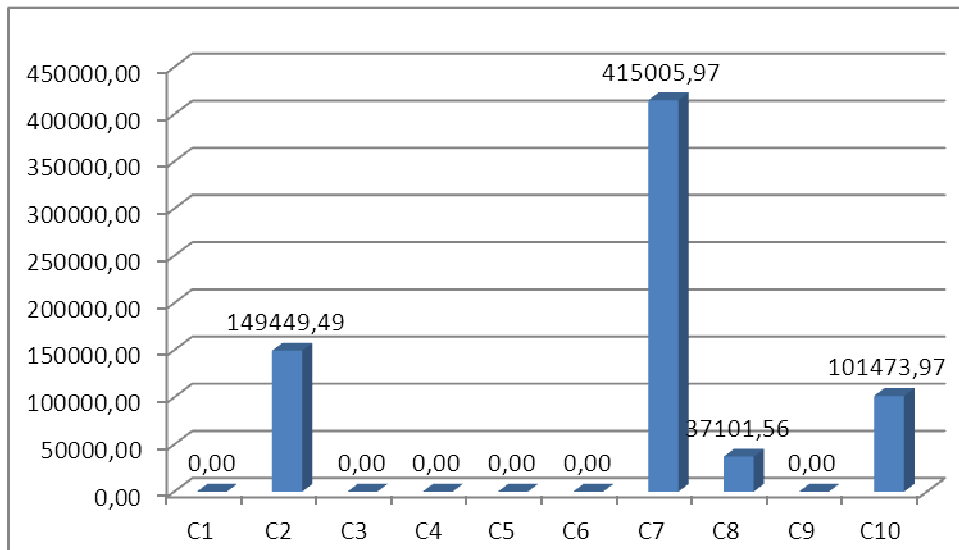
Constraint Analysis				Shadow Price	Constraint Limit	Range Lower Limit	Range Upper Limit	
Num.	Name	Value	Status					
1	Con1	60.000,	Lower	7.463,3249	60.000,	53.538,0236	89.750,2622	
2	Con2	93.238,0452	Basic	0,	84.000,	---	93.238,0452	
3	Con3	99.149,5542	Basic	0,	84.000,	---	99.149,5542	
4	Con4	98.970,7874	Basic	0,	78.000,	---	98.970,7874	
5	Con5	84.000,	Lower	924,5403	84.000,	78.959,1149	87.640,6104	
6	Con6	117.073,6803	Basic	0,	84.000,	---	117.073,6803	
7	Con7	78.000,	Lower	1.253,1657	78.000,	72.796,3188	82.261,4599	
8	Con8	72.000,	Lower	570,4192	72.000,	65.513,7788	135.254,641	
9	Con9	703.030,9862	Basic	0,	1.000.000,	703.030,9862	---	

Şekil 5.6 Yazılımda Senaryo 2 model çözümünün duyarlılık analizi

Yazılımda Senaryo 2 modelinin çözülmesiyle bulunmuş ham petrol talep değerlerinin % dağılımı aşağıda grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.7 Senaryo 2 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları



Şekil 5.8 Senaryo 2 için değişik ham petrol talep değerleri (ton)

Amaç fonksiyonunun çözülmesiyle ürün üretim miktarları bulunmuştur.

Tablo 5.12 Senaryo 2 ürün satış geliri

Ürün Türü	Satış (TL/Ton)	Üretilen Miktar(Ton)	Gelir (TL)
LPG	1070,35	60000	64221000
Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	1226,78	93238,04517	114382569
Kur. Benzin 95 Premium	1250,09	99149,55415	123945866
Jet Yakıtı	1187,57	98970,78742	117534738
Motorin	1090,51	84000	91602840
Kırsal Motorin	1060,78	117073,6803	124189418
Fuel Oil	760,69	78000	59333820
Asfalt	784	72000	56448000
TOPLAM SATIŞ GELİRİ			751658251

Hammadde maliyeti giderinin minimize edildiği amaç fonksiyonunun çözülmesiyle, hammadde maliyeti 664277986 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.13 Senaryo 2 maliyetler

MALİYETLER (GİDER)	
Nakliye ve Sigorta Maliyeti(TL)	1374145
Satış, Teşvik, Prim Maliyeti(TL)	693791
Tamir, Bakım, Onarım Maliyeti(TL)	81187
Enerji Maliyeti(TL)	40875
Vergi Maliyeti(TL)	1076041
Personel Maliyeti(TL)	1650000
Hammadde Maliyeti(TL)	664277986
TOPLAM	669194026

Tablo 5.14 Senaryo 2'nin kazancı

GELİR (TL)	GİDER (TL)	KAZANÇ(TL)
751658251	669194026	82464225

5.3. SENARYO 3

SENARYO 2'nin sınırlamaları kullanılmıştır. Ayrıca 2 numaralı ham petrolün de temin edilemediği varsayılmış; sadece 7, 8, 10 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Sınırlamalar:

$$\sum_{J=1}^8 X_J \geq k_J$$

$$X_1 \geq 60000$$

$$X_2 \geq 84000$$

$$X_3 \geq 84000$$

$$X_4 \geq 78000$$

$$X_5 \geq 84000$$

$$X_6 \geq 84000$$

$$X_7 \geq 78000$$

$$X_8 \geq 72000$$

$$0,0998 C_7 + 0,0798 C_8 + 0,0943 C_{10} \geq 60000$$

$$0,1395 C_7 + 0,1093 C_8 + 0,1920 C_{10} \geq 84000$$

$$0,1590 C_7 + 0,0915 C_8 + 0,1480 C_{10} \geq 84000$$

$$0,1530 C_7 + 0,1013 C_8 + 0,1398 C_{10} \geq 78000$$

$$0,0900 C_7 + 0,0705 C_8 + 0,0709 C_{10} \geq 84000$$

$$0,1980 C_7 + 0,2490 C_8 + 0,2158 C_{10} \geq 84000$$

$$0,0905 C_7 + 0,0845 C_8 + 0,0348 C_{10} \geq 78000$$

$$0,0693 C_7 + 0,2125 C_8 + 0,1035 C_{10} \geq 72000$$

$$C_7 + C_8 + C_{10} \leq 1000000$$

$$0 \leq C_7, C_8, C_{10} \leq 1000000$$

$$\text{Min. } Z = b_7.C_7 + b_8.C_8 + b_{10}.C_{10}$$

Linear Model		Name: LP_1		Solver: Jensen LP/IP		Ph. 1 Iter. 9	
DOĞRU		Type: LP1		Type: Linear		Total Iter. 10	
YANLIŞ		Goal: Min		Sens.: Yes		Comp. Time 00:00	
DOĞRU		Profit: 921115670,9		Side: No		Status Optimal	
YANLIŞ							
YANLIŞ							
100		Variables		1 2 3			
100		Name:		X1 X2 X3			
0		Values:		897091,5 46266,16 0			
60		Lower Bounds:		0 0 0			
		Upper Bounds:		1000000 1000000 1000000			
		Linear Obj. Coef.:		980,99 887,86 871,99			

Şekil 5.9 Yazılımda Senaryo 3 modelinin çözümü

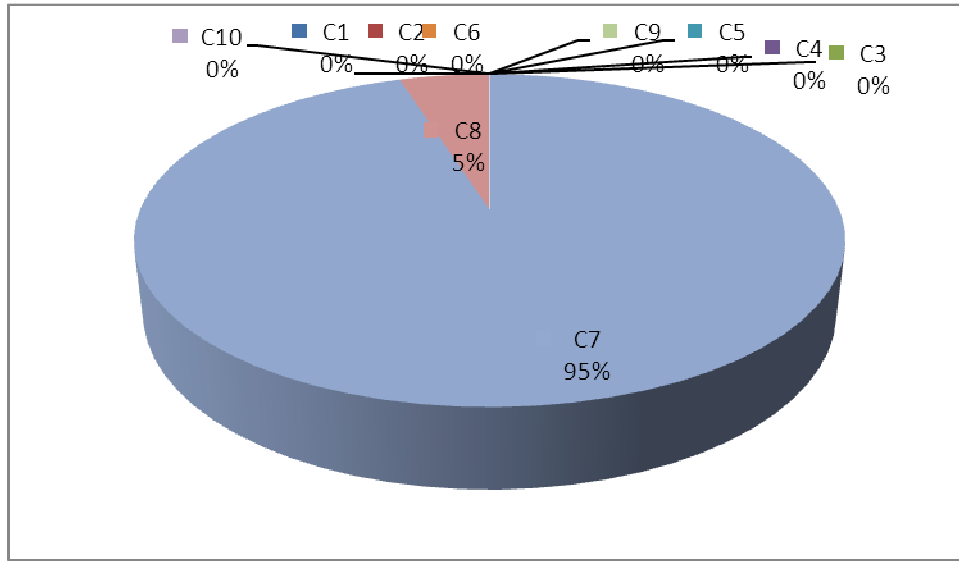
Sensitivity Analysis for Worksheet LP_1

Variable Analysis				Objective Value: 921.115.648,			
Num.	Name	Value	Status	Reduced Cost	Objective Coefficient	Range Lower Limit	Range Upper Limit
1	X1	897.091,5105	Basic	0,	980,99	289,5468	1.095,1206
2	X2	46.266,1568	Basic	0,	887,86	768,4422	1.089,3167
3	X3	0,	Lower	62,2738	871,99	809,7162	---

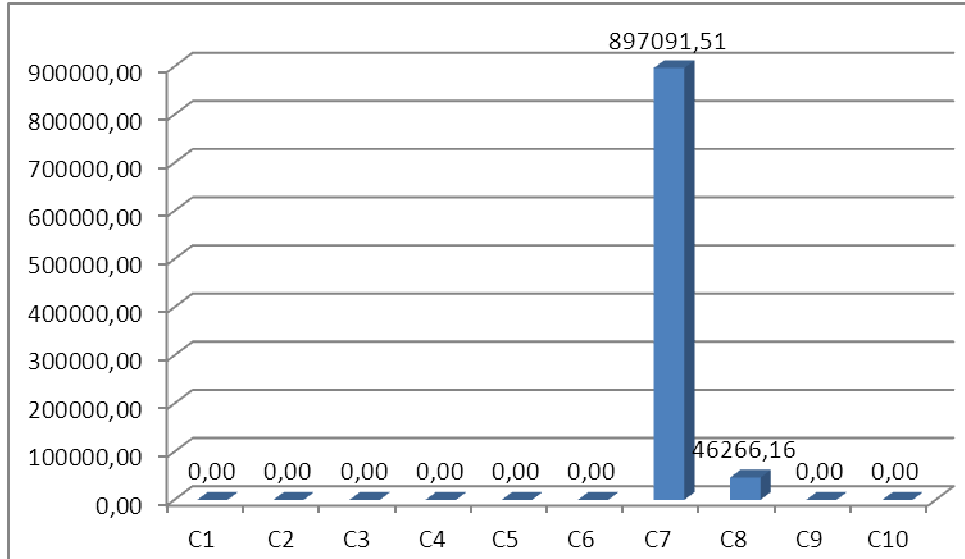
Constraint Analysis				Constraint Limit	Range Lower Limit	Range Upper Limit
Num.	Name	Value	Status	Shadow Price	Limit	Limit
1	Con1	93.221,7721	Basic	0,	60.000,	---
2	Con2	130.201,1567	Basic	0,	84.000,	---
3	Con3	146.870,9035	Basic	0,	84.000,	---
4	Con4	141.941,7628	Basic	0,	78.000,	---
5	Con5	84.000,	Lower	10.318,7067	84.000,	76.445,3624
6	Con6	189.144,3921	Basic	0,	84.000,	---
7	Con7	85.096,272	Basic	0,	78.000,	---
8	Con8	72.000,	Lower	754,782	72.000,	64.680,
9	Con9	943.357,6673	Basic	0,	1.000.000,	943.357,6673

Şekil 5.10 Yazılımda Senaryo 3 model çözümünün duyarlılık analizi

Yazılımda Senaryo 3 modelinin çözülmesiyle bulunmuş ham petrol talep değerlerinin % dağılımı aşağıda grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.11 Senaryo 3 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları



Şekil 5.12 Senaryo 3 için değişik ham petrol talep değerleri (ton)

Amaç fonksiyonunun çözülmesiyle ürün üretim miktarları bulunmuştur.

Tablo 5.15 Senaryo 3 ürün satış geliri

Ürün Türü	Satış (TL/Ton)	Üretilen Miktar(Ton)	Gelir (TL)
LPG	1070,35	93221,77206	99779923
Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	1226,78	130201,1567	159728175
Kur. Benzin 95 Premium	1250,09	146870,9035	183601847
Jet Yakıtı	1187,57	141941,7628	168565779
Motorin	1090,51	84000	91602840
Kırsal Motorin	1060,78	189144,3921	200640588
Fuel Oil	760,69	85096,27195	64731883
Asfalt	784	72000	56448000
TOPLAM SATIŞ GELİRİ			1025099037

Yazılımda hammadde maliyeti giderinin minimize edildiği amaç fonksiyonunun çözülmesiyle, hammadde maliyeti 921115670 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.16 Senaryo 3 maliyetler

MALİYETLER (GİDER)	
Nakliye ve Sigorta Maliyeti(TL)	1374145
Satış, Teşvik, Prim Maliyeti(TL)	693791
Tamir, Bakım, Onarım Maliyeti(TL)	81187
Enerji Maliyeti(TL)	40875
Vergi Maliyeti(TL)	1076041
Personel Maliyeti(TL)	1650000
Hammadde Maliyeti(TL)	921115670
TOPLAM	926031710

Tablo 5.17 Senaryo 3'ün kazancı

GELİR (TL)	GİDER (TL)	KAZANÇ(TL)
1025099037	926031710	99067326

5.4. SENARYO 4

SENARYO 2'nin sınırlamaları kullanılmıştır. 7 numaralı ham petrolün temin edilemediği varsayılmıştır; 2, 8, 10 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Sınırlamalar:

$$\sum_{J=1}^8 X_J \geq k_J$$

$$X_1 \geq 60000$$

$$X_2 \geq 84000$$

$$X_3 \geq 84000$$

$$X_4 \geq 78000$$

$$X_5 \geq 84000$$

$$X_6 \geq 84000$$

$$X_7 \geq 78000$$

$$X_8 \geq 72000$$

$$0,0405 C_2 + 0,0798 C_8 + 0,0943 C_{10} \geq 60000$$

$$0,0790 C_2 + 0,1093 C_8 + 0,1920 C_{10} \geq 84000$$

$$0,0987 C_2 + 0,0915 C_8 + 0,1480 C_{10} \geq 84000$$

$$0,1173 C_2 + 0,1013 C_8 + 0,1398 C_{10} \geq 78000$$

$$0,2465 C_2 + 0,0705 C_8 + 0,0709 C_{10} \geq 84000$$

$$0,0252 C_2 + 0,2490 C_8 + 0,2158 C_{10} \geq 84000$$

$$0,2260 C_2 + 0,0845 C_8 + 0,0348 C_{10} \geq 78000$$

$$0,1663 C_2 + 0,2125 C_8 + 0,1035 C_{10} \geq 72000$$

$$C_2 + C_8 + C_{10} \leq 1000000$$

$$0 \leq C_2 \leq 1000000$$

$$0 \leq C_8 \leq 1000000$$

$$0 \leq C_{10} \leq 1000000$$

$$\text{Min. } Z = b_2.C_2 + b_8.C_8 + b_{10}.C_{10}$$

Linear Model		Name: LP_1		Solver: Jensen LP/IP		Ph. 1 Iter. 9	
DOĞRU	Change Solve Vary Change Relation	Type: LP1	Type: Linear		Total Iter. 10		
YANLIŞ		Goal: Min	Sens.: Yes		Comp. Time 00:00		
DOĞRU		Profit: 696078431	Side: No		Status Optimal		
YANLIŞ							
YANLIŞ							
100							
100							
0							
60							
		Variables		1 2 3			
		Name:		X1 X2 X3			
		Values:		264661,5 0 522600,3			
		Lower Bounds:		0 0 0			
		Upper Bounds:		1000000 1000000 1000000			
		Linear Obj. Coef.:		908,24 887,86 871,99			
Constraints							
Num.	Name	Value	Rel.	RHS	Linear Constraint Coefficients		
1	Con1	60000	>=	60000	0,0405	0,0798	0,0943
2	Con2	121247,5	>=	84000	0,079	0,1093	0,192
3	Con3	103466,9	>=	84000	0,0987	0,0915	0,148
4	Con4	104104,3	>=	78000	0,1173	0,1013	0,1398
5	Con5	102291,4	>=	84000	0,2465	0,0705	0,0709
6	Con6	119446,6	>=	84000	0,0252	0,249	0,2158
7	Con7	78000	>=	78000	0,226	0,0845	0,0348
8	Con8	98102,35	>=	72000	0,1663	0,2125	0,1035
9	Con9	787261,8	<=	1000000	1	1	1

Şekil 5.13 Senaryo 4 modelinin çözümü

Sensitivity Analysis for Worksheet LP_1

Variable Analysis

Objective Value: 696.078.400,

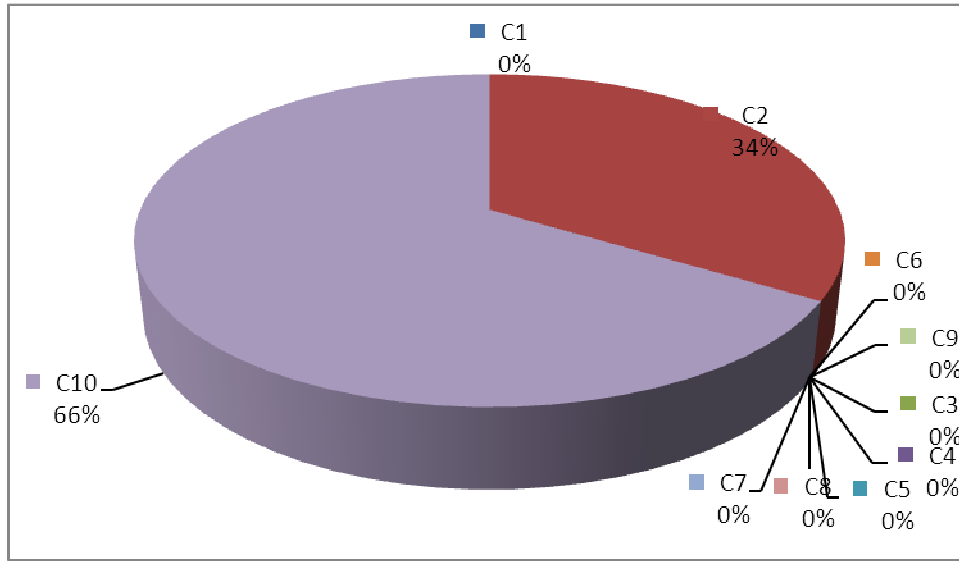
Num.	Name	Value	Status	Reduced Cost	Objective Coefficient	Range Lower Limit	Range Upper Limit
1	X1	264.661,5484	Basic	0,	908,24	374,5026	949,3841
2	X2		0, Lower	10,732	887,86	877,128	---
3	X3	522.600,2894	Basic	0,	871,99	139,8529	886,607

Constraint Analysis

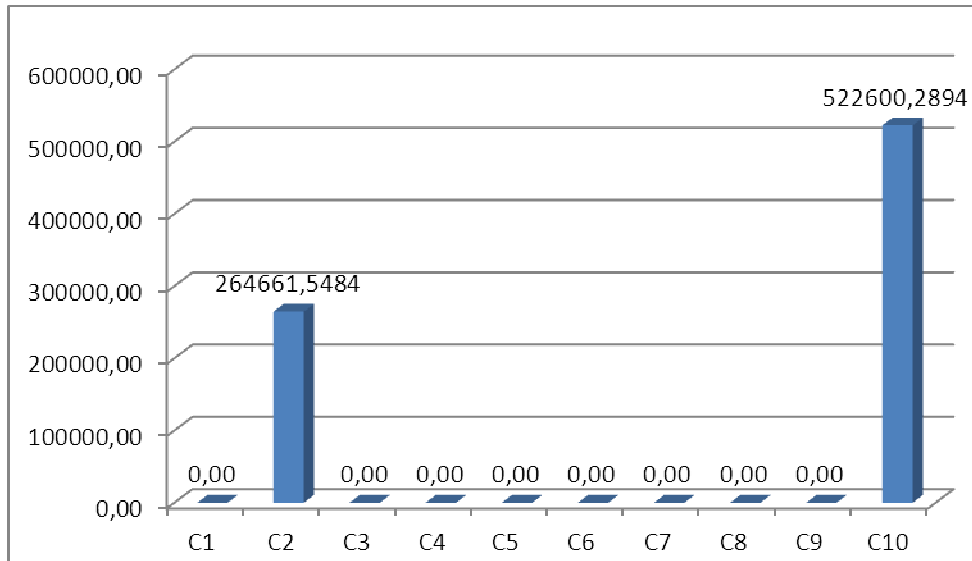
Num.	Name	Value	Status	Shadow Price	Constraint Limit	Range Lower Limit	Range Upper Limit
1	Con1	60.000,	Lower	8.313,7203	60.000,	47.091,0711	82.144,3515
2	Con2	121.247,5179	Basic	0,	84.000,	---	121.247,5179
3	Con3	103.466,9377	Basic	0,	84.000,	---	103.466,9377
4	Con4	104.104,3201	Basic	0,	78.000,	---	104.104,3201
5	Con5	102.291,4322	Basic	0,	84.000,	---	102.291,4322
6	Con6	119.446,6135	Basic	0,	84.000,	---	119.446,6135
7	Con7	78.000,	Lower	2.528,9129	78.000,	60.131,5238	156.698,8848
8	Con8	98.102,3454	Basic	0,	72.000,	---	98.102,3454
9	Con9	787.261,8378	Basic	0,	1.000.000,	787.261,8378	---

Şekil 5.14 Yazılımda Senaryo 4 model çözümünün duyarlılık analizi

Yazılımda Senaryo 4 modelinin çözülmesiyle bulunmuş ham petrol talep değerlerinin % dağılımı aşağıda grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.15 Senaryo 4 için amaç fonksiyonu değişken değerleri



Şekil 5.16 Senaryo 4 için değişik ham petrol talep değerleri (ton) yüzde dağılımları

Amaç fonksiyonunun çözülmesiyle ürün üretim miktarları bulunmuştur.

Tablo 5.18 Senaryo 4 ürün satış geliri

Ürün Türü	Satış (TL/Ton)	Üretilen Miktar(Ton)	Gelir (TL)
LPG	1070,35	60000	64221000
Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	1226,78	121247,5179	148744030
Kur. Benzin 95 Premium	1250,09	103466,9377	129342984
Jet Yakıtı	1187,57	104104,3201	123631167
Motorin	1090,51	102291,4322	111549829
Kırsal Motorin	1060,78	119446,6135	126706578
Fuel Oil	760,69	78000	59333820
Asfalt	784	98102,34545	76912238
TOPLAM SATIŞ GELİRİ			840441648

Yazılımda hammadde maliyeti giderinin minimize edildiği amaç fonksiyonunun çözülmesiyle, hammadde maliyeti 696078431 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.19 Senaryo 4 maliyetler

MALİYETLER (GİDER)	
Nakliye ve Sigorta Maliyeti(TL)	1374145
Satış, Teşvik, Prim Maliyeti(TL)	693791
Tamir, Bakım, Onarım Maliyeti(TL)	81187
Enerji Maliyeti(TL)	40875
Vergi Maliyeti(TL)	1076041
Personel Maliyeti(TL)	1650000
Hammadde Maliyeti(TL)	696078431
TOPLAM	700994470

Tablo 5.20 Senaryo 4'ün kazancı

GELİR (TL)	GİDER (TL)	KAZANÇ(TL)
840441648	700994470	139447178

5.5. SENARYO 5

SENARYO 2'nin sınırlamaları kullanılmıştır. 8 numaralı ham petrolün temin edilemediği varsayılmıştır; 2, 7, 10 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Sınırlamalar:

$$\sum_{J=1}^8 X_J \geq k_J$$

$$X_1 \geq 60000$$

$$X_2 \geq 84000$$

$$X_3 \geq 84000$$

$$X_4 \geq 78000$$

$$X_5 \geq 84000$$

$$X_6 \geq 84000$$

$$X_7 \geq 78000$$

$$X_8 \geq 72000$$

$$0,0405 C_2 + 0,0998 C_7 + 0,0943 C_{10} \geq 60000$$

$$0,0790 C_2 + 0,1395 C_7 + 0,1920 C_{10} \geq 84000$$

$$0,0987 C_2 + 0,1590 C_7 + 0,1480 C_{10} \geq 84000$$

$$0,1173 C_2 + 0,1530 C_7 + 0,1398 C_{10} \geq 78000$$

$$0,2465 C_2 + 0,0900 C_7 + 0,0709 C_{10} \geq 84000$$

$$0,0252 C_2 + 0,1980 C_7 + 0,2158 C_{10} \geq 84000$$

$$0,2260 C_2 + 0,0905 C_7 + 0,0348 C_{10} \geq 78000$$

$$0,1663 C_2 + 0,0693 C_7 + 0,1035 C_{10} \geq 720000$$

$$C_2 + C_7 + C_{10} \leq 1000000$$

$$0 \leq C_2 \leq 1000000$$

$$0 \leq C_7 \leq 1000000$$

$$0 \leq C_{10} \leq 1000000$$

$$\text{Min. } Z = b_2.C_2 + b_7.C_7 + b_{10}.C_{10}$$

Linear Model		Name: LP_1	Solver: Jensen LP/IP	Ph. 1 Iter. 9
DOĞRU	Change	Type: LP1	Type: Linear	Total Iter. 11
YANLIŞ	Solve	Goal: Min	Sens.: Yes	Comp. Time 00:00
DOĞRU	Vary	Profit: 667643877,4	Side: No	Status Optimal
YANLIŞ	Change Relation			
100				
100				
0				
60				

Variables		1	2	3
Name:		X1	X2	X3
Values:		171464,1	366491,2	174760,1
Lower Bounds:		0	0	0
Upper Bounds:		1000000	1000000	1000000
Linear Obj. Coef.:		908,24	980,99	871,99

Constraints		Value	Rel.	RHS	Linear Constraint Coefficients		
Num.	Name						
1	Con1	60000	>=	60000	0,0405	0,0998	0,0943
2	Con2	98225,14	>=	84000	0,079	0,1395	0,192
3	Con3	101060,1	>=	84000	0,0987	0,159	0,148
4	Con4	100617,4	>=	78000	0,1173	0,153	0,1398
5	Con5	87640,61	>=	84000	0,2465	0,09	0,0709
6	Con6	114599,4	>=	84000	0,0252	0,198	0,2158
7	Con7	78000	>=	78000	0,226	0,0905	0,0348
8	Con8	72000	>=	72000	0,1663	0,0693	0,1035
9	Con9	712715,5	<=	1000000	1	1	1

Şekil 5.17 Yazılımda Senaryo 5 modelinin çözümü

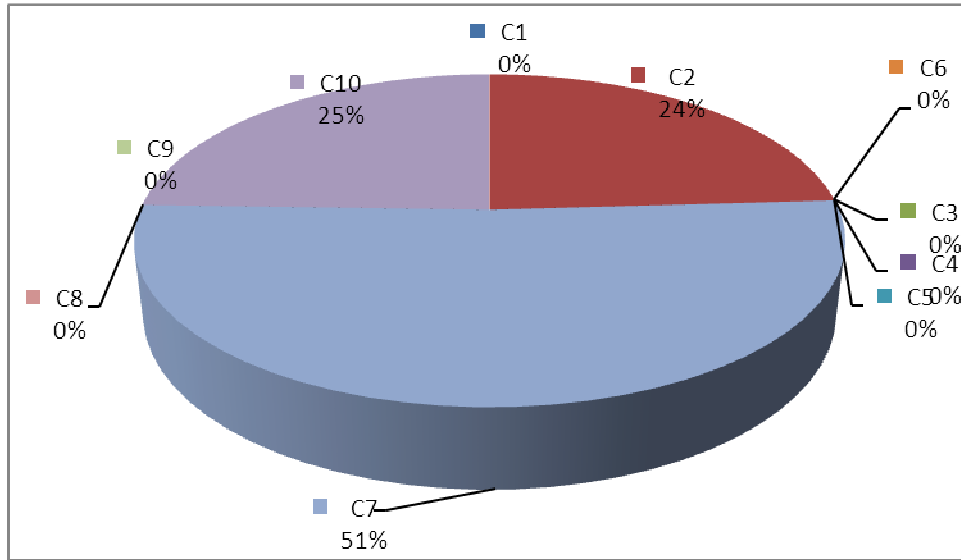
Sensitivity Analysis for Worksheet LP_1

Variable Analysis				Objective Value: 667.643.840,			
Num.	Name	Value	Status	Reduced Cost	Objective Coefficient	Range Lower Limit	Range Upper Limit
1	X1	171.464,1334	Basic	0,	908,24	603,1398	2.406,2538
2	X2	366.491,1909	Basic	0,	980,99	746,599	1.058,5759
3	X3	174.760,1457	Basic	0,	871,99	790,244	1.067,292

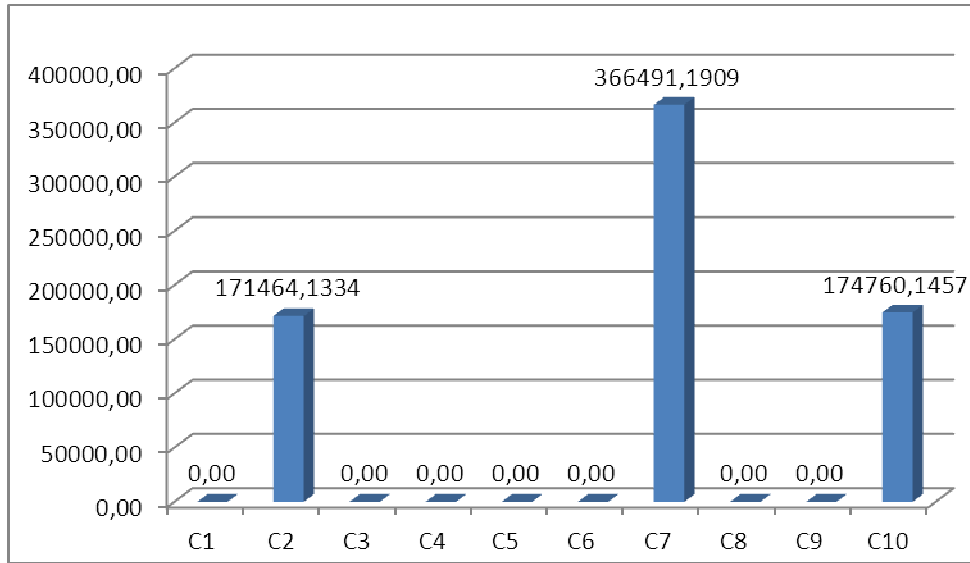
Constraint Analysis				Shadow Price	Constraint Limit	Range Lower Limit	Range Upper Limit
Num.	Name	Value	Status				
1	Con1	60.000,	Lower	7.350,1867	60.000,	48.727,8227	89.750,2622
2	Con2	98.225,1357	Basic	0,	84.000,	---	98.225,1357
3	Con3	101.060,1109	Basic	0,	84.000,	---	101.060,1109
4	Con4	100.617,3634	Basic	0,	78.000,	---	100.617,3634
5	Con5	87.640,6104	Basic	0,	84.000,	---	87.640,6104
6	Con6	114.599,3914	Basic	0,	84.000,	---	114.599,3914
7	Con7	78.000,	Lower	1.899,9945	78.000,	72.796,3188	95.963,7392
8	Con8	72.000,	Lower	1.089,3486	72.000,	65.513,7788	98.102,3454
9	Con9	712.715,4701	Basic	0,	1.000.000,	712.715,4701	---

Şekil 5.18 Yazılımda Senaryo 5 model çözümünün duyarlılık analizi

Yazılımda Senaryo 5 modelinin çözülmesiyle bulunmuş ham petrol talep değerlerinin % dağılımı aşağıda grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.19 Senaryo 5 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları



Şekil 5.20 Senaryo 5 için değişik ham petrol talep değerleri (ton)

Ürünlerin üretim miktarları ve satış gelirleri Tablo 5.21 de verilmiştir.

Tablo 5.21 Senaryo 5 ürün satış geliri

Ürün Türü	Satış (TL/Ton)	Üretilen Miktar(Ton)	Gelir (TL)
LPG	1070,35	60000	64221000
Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	1226,78	98225,13565	120500631
Kur. Benzin 95 Premium	1250,09	101060,1109	126334234
Jet Yakıtı	1187,57	100617,3634	119490162
Motorin	1090,51	87640,6104	95572962
Kırsal Motorin	1060,78	114599,3914	121564742
Fuel Oil	760,69	78000	59333820
Asfalt	784	72000	56448000
TOPLAM SATIŞ GELİRİ			763465552

Yazılımda hammadde maliyeti giderinin minimize edildiği amaç fonksiyonunun çözülmesiyle, hammadde maliyeti 667643877 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.22 Senaryo 5 maliyetler

MALİYETLER (GİDER)	
Nakliye ve Sigorta Maliyeti(TL)	1374145
Satış, Teşvik, Prim Maliyeti(TL)	693791
Tamir, Bakım, Onarım Maliyeti(TL)	81187
Enerji Maliyeti(TL)	40875
Vergi Maliyeti(TL)	1076041
Personel Maliyeti(TL)	1650000
Hammadde Maliyeti(TL)	667643877
TOPLAM	672559917

Tablo 5.23 Senaryo 5'in kazancı

GELİR (TL)	GİDER (TL)	KAZANÇ(TL)
763465552	672559917	90905635

5.6. SENARYO 6

SENARYO 2'nin sınırlamaları kullanılmıştır. 10 numaralı ham petrolün temin edilemediği varsayılmıştır; 2, 7, 8 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Sınırlamalar:

$$\sum_{J=1}^8 X_J \geq k_J$$

$$X_1 \geq 60000$$

$$X_2 \geq 84000$$

$$X_3 \geq 84000$$

$$X_4 \geq 78000$$

$$X_5 \geq 84000$$

$$X_6 \geq 84000$$

$$X_7 \geq 78000$$

$$X_8 \geq 72000$$

$$0,0405 C_2 + 0,0998 C_7 + 0,0798 C_8 \geq 60000$$

$$0,0790 C_2 + 0,1395 C_7 + 0,1093 C_8 \geq 84000$$

$$0,0987 C_2 + 0,1590 C_7 + 0,0915 C_8 \geq 84000$$

$$0,1173 C_2 + 0,1530 C_7 + 0,1013 C_8 \geq 78000$$

$$0,2465 C_2 + 0,0900 C_7 + 0,0705 C_8 \geq 84000$$

$$0,0252 C_2 + 0,1980 C_7 + 0,2490 C_8 \geq 84000$$

$$0,2260 C_2 + 0,0905 C_7 + 0,0845 C_8 \geq 78000$$

$$0,1663 C_2 + 0,0693 C_7 + 0,2125 C_8 \geq 720000$$

$$C_2 + C_7 + C_8 \leq 1000000$$

$$0 \leq C_2 \leq 1000000$$

$$0 \leq C_7 \leq 1000000$$

$$0 \leq C_8 \leq 1000000$$

$$\text{Min. } Z = b_2.C_2 + b_7.C_7 + b_8.C_8$$

Linear Model		Name: LP_1		Solver: Jensen LP/IP		Ph. 1 Iter. 9	
DOĞRU		Type: LP1		Type: Linear		Total Iter. 12	
YANLIŞ		Goal: Min		Sens.: Yes		Comp. Time 00:00	
DOĞRU		Profit: 669618301,9		Side: No		Status Optimal	
YANLIŞ							
YANLIŞ							
100		Variables		1 2 3			
100		Name:		X1 X2 X3			
0		Values:		142827,9 489280,1 67485,2			
60		Lower Bounds:		0 0 0			
		Upper Bounds:		1000000 1000000 1000000			
		Linear Obj. Coef.:		908,24 980,99 887,86			

Şekil 5.21 Yazılımda Senaryo 6 modelinin çözümü

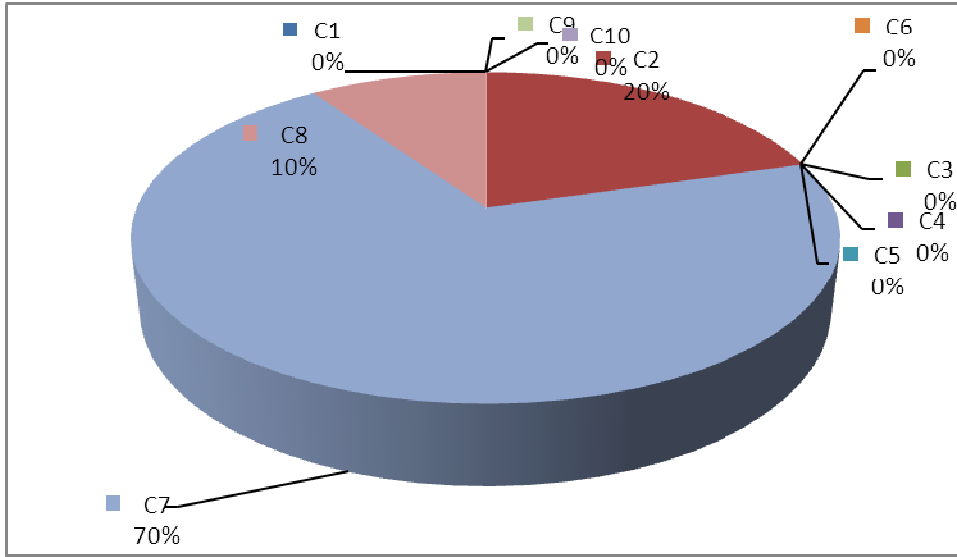
Sensitivity Analysis for Worksheet LP_1

Variable Analysis				Objective Value: 669.618.304,			
Num.	Name	Value	Status	Reduced Cost	Objective Coefficient	Range Lower Limit	Range Upper Limit
1	X1	142.827,946	Basic	0,	908,24	489,1035	2.669,0814
2	X2	489.280,0526	Basic	0,	980,99	364,2899	1.114,3574
3	X3	67.485,1997	Basic	0,	887,86	780,8422	1.364,3583

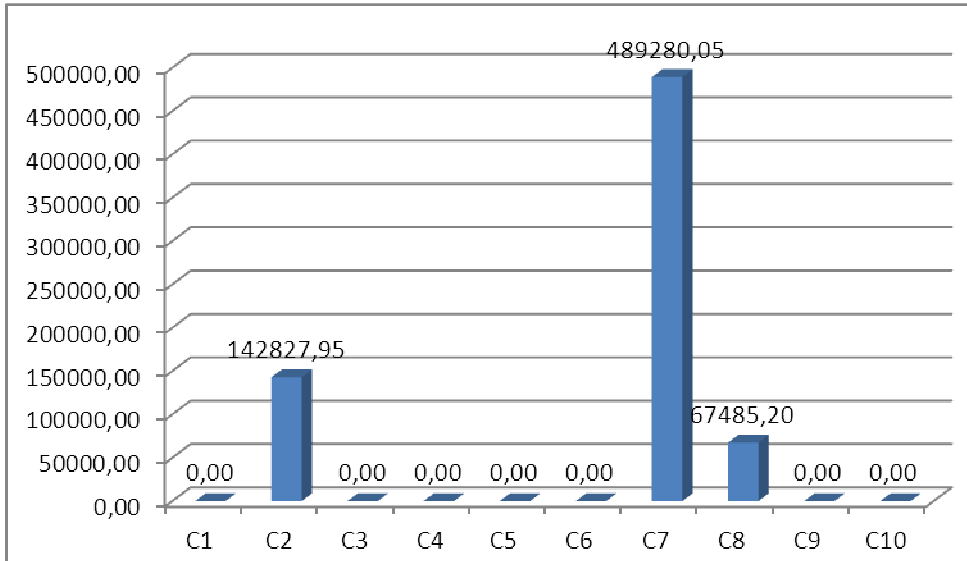
Constraint Analysis							
Num.	Name	Value	Status	Shadow Price	Constraint Limit	Range Lower Limit	Range Upper Limit
1	Con1	60.000,	Lower	7.570,2574	60.000,	57.763,4925	93.221,7721
2	Con2	86.914,1074	Basic	0,	84.000,	---	86.914,1074
3	Con3	98.067,5424	Basic	0,	84.000,	---	98.067,5424
4	Con4	98.449,8168	Basic	0,	78.000,	---	98.449,8168
5	Con5	84.000,	Lower	1.983,9406	84.000,	78.959,1149	100.208,4395
6	Con6	117.280,5294	Basic	0,	84.000,	---	117.280,5294
7	Con7	82.261,4599	Basic	0,	78.000,	---	82.261,4599
8	Con8	72.000,	Lower	677,1088	72.000,	61.333,8882	134.811,1968
9	Con9	699.593,1983	Basic	0,	1.000.000,	699.593,1983	---

Şekil 5.22 Yazılımda Senaryo 6 model çözümünün duyarlılık analizi

Yazılımda Senaryo 6 modelinin çözülmesiyle bulunmuş ham petrol talep değerlerinin % dağılımı aşağıda grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.23 Senaryo 6 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları



Şekil 5.24 Senaryo 6 için değişik ham petrol talep değerleri (ton)

Ürünlerin üretim miktarları ve satış gelirleri Tablo 5.24 de verilmiştir.

Tablo 5.24 Senaryo 6 ürün satış geliri

Ürün Türü	Satış (TL/Ton)	Üretilen Miktar(Ton)	Gelir (TL)
LPG	1070,35	60000	64221000
Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	1226,78	86914,1074	106624488
Kur. Benzin 95 Premium	1250,09	98067,54241	122593254
Jet Yakıtı	1187,57	98449,81684	116916049
Motorin	1090,51	84000	91602840
Kırsal Motorin	1060,78	117280,5294	124408840
Fuel Oil	760,69	82261,45993	62575469
Asfalt	784	72000	56448000
TOPLAM SATIŞ GELİRİ			745389941

Yazılımda hammadde maliyeti giderinin minimize edildiği amaç fonksiyonunun çözülmesiyle, hammadde maliyeti 669618302 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.25 Senaryo 6 maliyetler

MALİYETLER (GİDER)	
Nakliye ve Sigorta Maliyeti(TL)	1374145
Satış, Teşvik, Prim Maliyeti(TL)	693791
Tamir, Bakım, Onarım Maliyeti(TL)	81187
Enerji Maliyeti(TL)	40875
Vergi Maliyeti(TL)	1076041
Personel Maliyeti(TL)	1650000
Hammadde Maliyeti(TL)	669618302
TOPLAM	674534341

Tablo 5.26 Senaryo 6'nın kazancı

GELİR (TL)	GİDER (TL)	KAZANÇ(TL)
745389941	674534341	70855600

5.7. SENARYO 7

Senaryo 7 de her bir ürün çeşidinin üretim miktarları 80000 tondan fazla olacak şekilde üretilmektedir. Üretilen ürün miktarlarının talep edilen miktarlardan fazla olduğu ve böylece stokta ürün bekletildiği, stok maliyetleri olduğu, fakat stoktaki ürün miktarlarının hepsinin planlama dönemi sonunda satıldığı varsayılmıştır.

Sınırlamalar:

$$X_J \geq 80000 \quad J = 1.. 8$$

$$0,0443 C_1 + 0,0405 C_2 + 0,0308 C_3 + 0,0433 C_4 + 0,0603 C_5 + 0,0799 C_6 + 0,0998 C_7 + 0,0798 C_8 + 0,0868 C_9 + 0,0943 C_{10} \geq 80000$$

$$0,0865 C_1 + 0,0790 C_2 + 0,0762 C_3 + 0,0808 C_4 + 0,1420 C_5 + 0,1970 C_6 + 0,1395 C_7 + 0,1093 C_8 + 0,0945 C_9 + 0,1920 C_{10} \geq 80000$$

$$0,1070 C_1 + 0,0987 C_2 + 0,1252 C_3 + 0,1145 C_4 + 0,1429 C_5 + 0,0649 C_6 + 0,1590 C_7 + 0,0915 C_8 + 0,2190 C_9 + 0,1480 C_{10} \geq 80000$$

$$0,1368 C_1 + 0,1173 C_2 + 0,1085 C_3 + 0,1263 C_4 + 0,1300 C_5 + 0,1118 C_6 + 0,1530 C_7 + 0,1013 C_8 + 0,1270 C_9 + 0,1398 C_{10} \geq 80000$$

$$0,2515 C_1 + 0,2465 C_2 + 0,2010 C_3 + 0,2065 C_4 + 0,1345 C_5 + 0,0707 C_6 + 0,0900 C_7 + 0,0705 C_8 + 0,0713 C_9 + 0,0709 C_{10} \geq 80000$$

$$0,0195 C_1 + 0,0252 C_2 + 0,0230 C_3 + 0,1770 C_4 + 0,1290 C_5 + 0,1998 C_6 + 0,1980 C_7 + 0,2490 C_8 + 0,2958 C_9 + 0,2158 C_{10} \geq 80000$$

$$0,2250 C_1 + 0,2260 C_2 + 0,2155 C_3 + 0,2505 C_4 + 0,1023 C_5 + 0,0807 C_6 + 0,0905 C_7 + 0,0845 C_8 + 0,0705 C_9 + 0,0348 C_{10} \geq 80000$$

$$0,1280 C_1 + 0,1663 C_2 + 0,2195 C_3 + 0,0000 C_4 + 0,1580 C_5 + 0,1950 C_6 + 0,0693 C_7 + 0,2125 C_8 + 0,0300 C_9 + 0,1035 C_{10} \geq 80000$$

$$\sum_{i=1}^{10} C_i \leq 1000000$$

$$0 \leq C_i \leq 1000000 \quad i=1..10$$

$$\text{Min. } Z = \sum_{i=1}^{10} b_i \cdot C_i$$

Linear Model		Name: LP_1	Solver: Jensen LP/IP	Ph. 1 Iter. 10
DOĞRU		Type: LP1	Type: Linear	Total Iter. 17
YANLIŞ		Goal: Min	Sens.: Yes	Comp. Time 00:00
DOĞRU		Profit: 816916009	Side: No	Status Optimal
YANLIŞ				
YANLIŞ				
100				
100				
0				
60				

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Name:	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
Values:	0	40232,36	0	0	0	0	666445,3	112943,9	0	30184,85
Lower Bounds:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Upper Bounds:	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000

Linear Obj. Coef.:	919,79	908,24	868,79	948,79	905,56	998,09	980,99	887,86	899,28	871,99
--------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Constraints	Num.	Name	Value	Rel.	RHS
	1	Con1	80000	>=	80000
	2	Con2	114287,7	>=	80000
	3	Con3	124737,5	>=	80000
	4	Con4	122346,4	>=	80000
	5	Con5	80000	>=	80000
	6	Con6	167606,9	>=	80000
	7	Con7	80000	>=	80000
	8	Con8	80000	>=	80000
	9	Con9	849806,3	<=	1000000

Linear Constraint Coefficients	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,0443	0,0405	0,0308	0,0433	0,0603	0,0799	0,0998	0,0798	0,0868	0,0943	
0,0865	0,079	0,0762	0,0808	0,142	0,197	0,1395	0,1093	0,0945	0,192	
0,107	0,0987	0,1252	0,1145	0,1429	0,0649	0,159	0,0915	0,219	0,148	
0,1368	0,1173	0,1085	0,1263	0,13	0,1118	0,153	0,1013	0,127	0,1398	
0,2515	0,2465	0,201	0,2065	0,1345	0,0707	0,09	0,0705	0,0713	0,0709	
0,0195	0,0252	0,023	0,177	0,129	0,1998	0,198	0,249	0,2958	0,2158	
0,225	0,226	0,2155	0,2505	0,1023	0,0807	0,0905	0,0845	0,0705	0,0348	
0,128	0,1663	0,2195	0	0,158	0,195	0,0693	0,2125	0,03	0,1035	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Şekil 5.25 Yazılımda Senaryo 7 modelinin çözümü

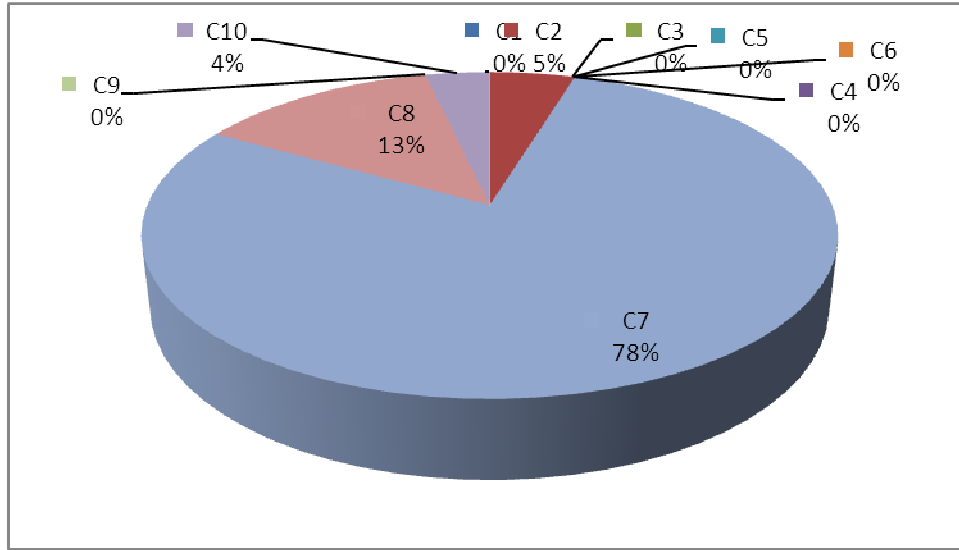
Sensitivity Analysis for Worksheet LP_1

Variable Analysis					Objective Value: 816.916.032,				
Num.	Name	Value	Status	Reduced Cost	Objective Coefficient	Range Lower Limit	Range Upper Limit		
1	X1	0	Lower	1,6669	919,79	918,1231	---		
2	X2	40.232,3641	Basic	0	908,24	755,3467	909,8917		
3	X3	0	Lower	57,8228	868,79	810,9672	---		
4	X4	0	Lower	120,7924	948,79	827,9975	---		
5	X5	0	Lower	112,8458	905,56	792,7142	---		
6	X6	0	Lower	124,0432	998,09	874,0469	---		
7	X7	666.445,2772	Basic	0	980,99	909,0899	988,9954		
8	X8	112.943,8503	Basic	0	887,86	881,947	969,8511		
9	X9	0	Lower	80,083	899,28	819,1971	---		
10	X10	30.184,8498	Basic	0	871,99	826,0619	902,5524		

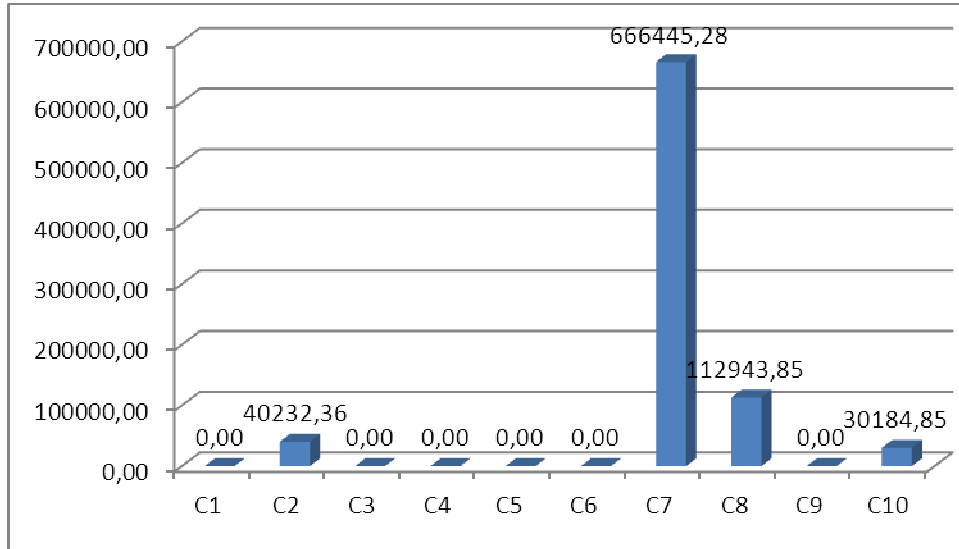
Constraint Analysis							
Num.	Name	Value	Status	Shadow Price	Constraint Limit	Range Lower Limit	Range Upper Limit
1	Con1	80.000	Lower	7.463,3249	80.000	65.144,3621	89.655,8295
2	Con2	114.287,7269	Basic	0	80.000	---	114.287,7269
3	Con3	124.737,4535	Basic	0	80.000	---	124.737,4535
4	Con4	122.346,4378	Basic	0	80.000	---	122.346,4378
5	Con5	80.000	Lower	924,5403	80.000	78.500,5183	91.082,6769
6	Con6	167.606,9298	Basic	0	80.000	---	167.606,9298
7	Con7	80.000	Lower	1.253,1657	80.000	64.159,0529	81.267,6308
8	Con8	80.000	Lower	570,4192	80.000	65.110,5444	181.578,6744
9	Con9	849.806,3414	Basic	0	1.000.000	849.806,3414	---

Şekil 5.26 Yazılımda Senaryo 7 model çözümünün duyarlılık analizi

Yazılımda Senaryo 7 modelinin çözülmesiyle bulunmuş ham petrol talep değerlerinin % dağılımı aşağıda grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.27 Senaryo 7 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları



Şekil 5.28 Senaryo 7 için değişik ham petrol talep değerleri (ton)

f_j : Ürünlerin stokta bulunma maliyeti parametresidir.

Stok maliyetleri paranın faiz getirisi üzerinden hesaplanmakta ve 1 dönem için katsayı 0,005 olarak kabul edilmektedir.

Tablo.5.27 Ürün stok maliyetleri ve kodlaması

f_j	Elde Edilen Ürün	Stok Maliyeti TL/Ton
f_1	LPG	5,35
f_2	Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	6,13
f_3	Kur. Benzin 95 Premium	6,25
f_4	Jet Yakıtı	5,94
f_5	Motorin	5,45
f_6	Kırsal Motorin	5,30
f_7	Fuel Oil	3,80
f_8	Asfalt	3,92

s_j : Ürünlerin stok miktarları parametresidir.

Toplam stok maliyetleri aşağıdaki gibi formüle edilebilir.

$$\sum_{j=1}^8 s_j \cdot f_j$$

$$s_1 \cdot f_1 + s_2 \cdot f_2 + s_3 \cdot f_3 + s_4 \cdot f_4 + s_5 \cdot f_5 + s_6 \cdot f_6 + s_7 \cdot f_7 + s_8 \cdot f_8$$

Tablo 5.28 Senaryo 7 ürün stok miktarı

s_j	Ürün Türü	Üretilen Miktar(Ton)	Talep Edilen Miktar(Ton)	Stok Miktarı(Ton)
s_1	LPG	80000,00	67000,00	13000
s_2	Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	114287,73	73000,00	41287
s_3	Kur. Benzin 95 Premium	124737,45	75000,00	49737
s_4	Jet Yakıtı	122346,44	69000,00	53346
s_5	Motorin	80000,00	77000,00	3000
s_6	Kırsal Motorin	167606,93	79000,00	88606
s_7	Fuel Oil	80000,00	74000,00	6000
s_8	Asfalt	80000,00	62000,00	18000

Tablo 5.29 Senaryo 7 ürün stok maliyeti

Ürün Türü	Stok Miktarı(Ton)	Stok Maliyeti (TL/Ton)	Stok Maliyeti (TL)
LPG	13000,00	5,35	69550,00
Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	41287,73	6,13	253093
Kur. Benzin 95 Premium	49737,45	6,25	310859
Jet Yakıtı	53346,44	5,94	316877
Motorin	3000,00	5,45	16350
Kırsal Motorin	88606,93	5,30	469616
Fuel Oil	6000,00	3,80	22800
Asfalt	18000,00	3,92	70560
		TOPLAM	1529707

Yazılımda hammadde maliyeti giderinin minimize edildiği amaç fonksiyonunun çözülmesiyle, hammadde maliyeti 816916009 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.30 Senaryo 7 maliyetler

MALİYETLER (GİDER)	
Nakliye ve Sigorta Maliyeti(TL)	1374145
Satış, Teşvik, Prim Maliyeti(TL)	693791
Tamir, Bakım, Onarım Maliyeti(TL)	81187
Enerji Maliyeti(TL)	40875
Vergi Maliyeti(TL)	1076041
Personel Maliyeti(TL)	1650000
Hammadde Maliyeti(TL)	816916008
Stok Maliyeti(TL)	1529707
TOPLAM	823361756

Ürünlerin üretim miktarları ve satış gelirleri Tablo 5.31 de verilmiştir.

Tablo 5.31 Senaryo 7 ürün satış geliri

Ürün Türü	Satış (TL/Ton)	Üretilen Miktar(Ton)	Gelir (TL)
LPG	1070,35	80000,00	85628000
Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	1226,78	114287,73	140205897
Kur. Benzin 95 Premium	1250,09	124737,45	155933043
Jet Yakıtı	1187,57	122346,44	145294959
Motorin	1090,51	80000,00	87240800
Kırsal Motorin	1060,78	167606,93	177794078
Fuel Oil	760,69	80000,00	60855200
Asfalt	784,00	80000,00	62720000
TOPLAM SATIŞ GELİRİ			915671979

Tablo 5.32 Senaryo 7'nin kazancı

GELİR (TL)	GİDER (TL)	KAZANÇ(TL)
915671979	823361756	9231023

5.8. SENARYO 8

SENARYO 7'nin sınırlamaları kullanılmıştır. 2 numaralı ham petrolün temin edilemediği varsayılmıştır; 7, 8, 10 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Sınırlamalar:

$$\sum_{J=1}^8 X_J \geq 80000$$

$$X_J \geq 80000 \quad J=1..8$$

$$0,0998 C_7 + 0,0798 C_8 + 0,0943 C_{10} \geq 80000$$

$$0,1395 C_7 + 0,1093 C_8 + 0,1920 C_{10} \geq 80000$$

$$0,1590 C_7 + 0,0915 C_8 + 0,1480 C_{10} \geq 80000$$

$$0,1530 C_7 + 0,1013 C_8 + 0,1398 C_{10} \geq 80000$$

$$0,0900 C_7 + 0,0705 C_8 + 0,0709 C_{10} \geq 80000$$

$$0,1980 C_7 + 0,2490 C_8 + 0,2158 C_{10} \geq 80000$$

$$0,0905 C_7 + 0,0845 C_8 + 0,0348 C_{10} \geq 80000$$

$$0,0693 C_7 + 0,2125 C_8 + 0,1035 C_{10} \geq 80000$$

$$C_7 + C_8 + C_{10} \leq 1000000$$

$$0 \leq C_7 \leq 1000000$$

$$0 \leq C_8 \leq 1000000$$

$$0 \leq C_{10} \leq 1000000$$

$$\text{Min. } Z = b_7.C_7 + b_8.C_8 + b_{10}.C_{10}$$

Linear Model		Name: LP_1		Solver: Jensen LP/IP		Ph. 1 Iter. 10	
DOĞRU		Type: LP1		Type: Linear		Total Iter. 11	
YANLIŞ		Goal: Min		Sens.: Yes		Comp. Time 00:00	
DOĞRU		Profit: 885879099,8		Side: No		Status Optimal	
YANLIŞ							
YANLIŞ							
100		Variables		1 2 3			
100		Name:		X1 X2 X3			
0		Values:		797789,2 116297,4 0			
60		Lower Bounds:		0 0 0			
		Upper Bounds:		1000000 1000000 1000000			
		Linear Obj. Coef.:		980,99 887,86 871,99			

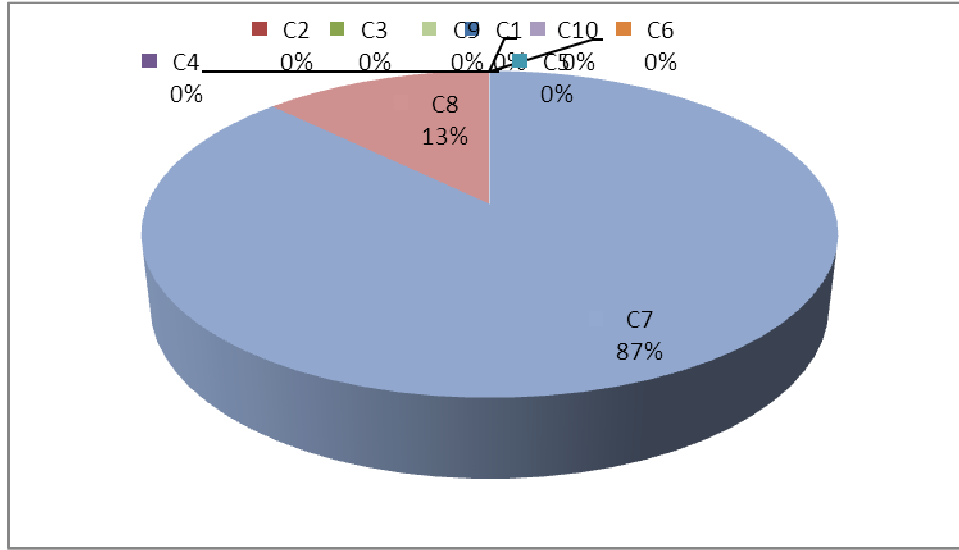
Şekil 5.29 Yazılımda Senaryo 8 modelinin çözümü

Sensitivity Analysis for Worksheet LP_1

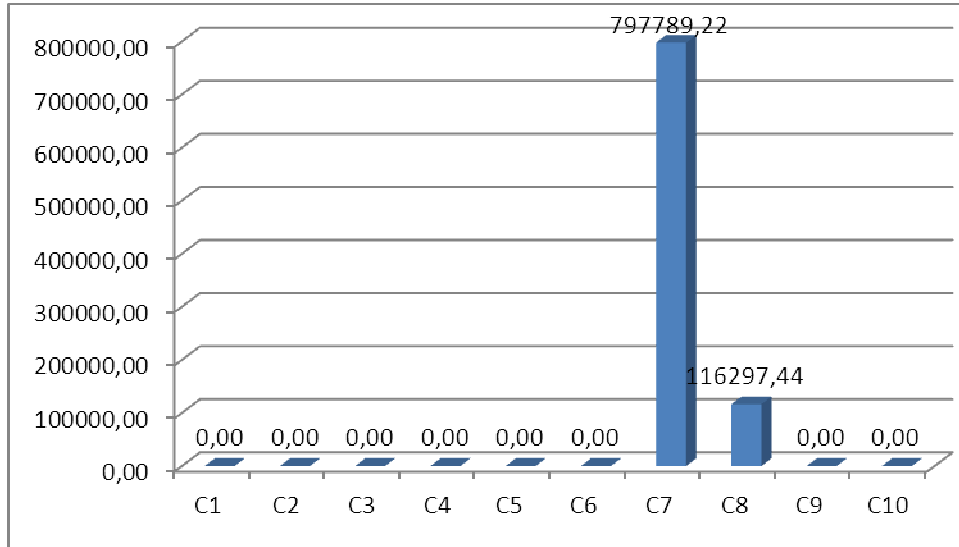
Variable Analysis				Objective Value: 885.879.104,			
Num.	Name	Value	Status	Reduced Cost	Objective Coefficient	Range Lower Limit	Range Upper Limit
1	X1	797.789,2249	Basic	0,	980,99	289,5468	1.095,1206
2	X2	116.297,4434	Basic	0,	887,86	768,4422	1.089,3167
3	X3		0, Lower	62,2738	871,99	809,7162	---
Constraint Analysis							
Num.	Name	Value	Status	Shadow Price	Constraint Limit	Range Lower Limit	Range Upper Limit
1	Con1	88.899,9006	Basic	0,	80.000,	---	88.899,9006
2	Con2	124.002,9074	Basic	0,	80.000,	---	124.002,9074
3	Con3	137.489,7028	Basic	0,	80.000,	---	137.489,7028
4	Con4	133.842,6824	Basic	0,	80.000,	---	133.842,6824
5	Con5	80.000,	Lower	10.318,7067	80.000,	77.842,0085	88.542,9469
6	Con6	186.920,3299	Basic	0,	80.000,	---	186.920,3299
7	Con7	82.027,0588	Basic	0,	80.000,	---	82.027,0588
8	Con8	80.000,	Lower	754,782	80.000,	61.600,	142.735,8974
9	Con9	914.086,6683	Basic	0,	1.000.000,	914.086,6683	---

Şekil 5.30 Yazılımda Senaryo 8 model çözümünün duyarlılık analizi

Yazılımda Senaryo 8 modelinin çözülmesiyle bulunmuş ham petrol talep değerlerinin % dağılımı aşağıda grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.31 Senaryo 8 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları



Şekil 5.32 Senaryo 8 için değişik ham petrol talep değerleri (ton)

Tablo 5.33 Senaryo 8 ürün stok miktarı

S _j	Ürün Türü	Üretilen Miktar(Ton)	Talep Edilen Miktar(Ton)	Stok Miktarı(Ton)
s ₁	LPG	88899,90	67000,00	21899
s ₂	Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	124002,91	73000,00	51002
s ₃	Kur. Benzin 95 Premium	137489,70	75000,00	62489
s ₄	Jet Yakıtı	133842,68	69000,00	64842
s ₅	Motorin	80000,00	77000,00	3000
s ₆	Kırsal Motorin	186920,33	79000,00	107920
s ₇	Fuel Oil	82027,06	74000,00	8027
s ₈	Asfalt	80000,00	62000,00	18000

Tablo 5.34 Senaryo 8 ürün stok maliyeti

Ürün Türü	Stok Miktarı(Ton)	Stok Maliyeti (TL/Ton)	Stok Maliyeti (TL)
LPG	21899,90	5,35	117164
Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	51002,91	6,13	312647
Kur. Benzin 95 Premium	62489,70	6,25	390560
Jet Yakıtı	64842,68	5,94	385165
Motorin	3000,00	5,45	16350
Kırsal Motorin	107920,33	5,30	571977
Fuel Oil	8027,06	3,80	30502
Asfalt	18000,00	3,92	70560
TOPLAM			1894929

Yazılımda hammadde maliyeti giderinin minimize edildiği amaç fonksiyonunun çözülmesiyle, hammadde maliyeti 8858790100 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.35 Senaryo 8 maliyetler

MALİYETLER (GİDER)	
Nakliye ve Sigorta Maliyeti(TL)	1374145
Satış, Teşvik, Prim Maliyeti(TL)	693791
Tamir, Bakım, Onarım Maliyeti(TL)	81187
Enerji Maliyeti(TL)	40875
Vergi Maliyeti(TL)	1076041
Personel Maliyeti(TL)	1650000
Hammadde Maliyeti(TL)	885879099
Stok Maliyeti(TL)	1894929
TOPLAM	892690068

Ürünlerin üretim miktarları ve satış gelirleri Tablo 5.36 da verilmiştir.

Tablo 5.36 Senaryo 8 ürün satış geliri

Ürün Türü	Satış (TL/Ton)	Üretilen Miktar(Ton)	Gelir (TL)
LPG	1070,35	88899,90	95154008
Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	1226,78	124002,91	152124286
Kur. Benzin 95 Premium	1250,09	137489,70	171874502
Jet Yakıtı	1187,57	133842,68	158947554
Motorin	1090,51	80000,00	87240800
Kırsal Motorin	1060,78	186920,33	198281347
Fuel Oil	760,69	82027,06	62397163
Asfalt	784,00	80000,00	62720000
TOPLAM SATIŞ GELİRİ			988739663

Tablo 5.37 Senaryo 8'in kazancı

GELİR (TL)	GİDER (TL)	KAZANÇ(TL)
988739663	892690068	96049594

5.9. SENARYO 9

SENARYO 7'nin sınırlamaları kullanılmıştır. 7 numaralı ham petrolün temin edilemediği varsayılmıştır; 2, 8, 10 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Sınırlamalar:

$$\sum_{J=1}^8 X_J \geq 80000$$

$$X_J \geq 80000 \quad J = 1..8$$

$$0,0405 C_2 + 0,0798 C_8 + 0,0943 C_{10} \geq 80000$$

$$0,0790 C_2 + 0,1093 C_8 + 0,1920 C_{10} \geq 80000$$

$$0,0987 C_2 + 0,0915 C_8 + 0,1480 C_{10} \geq 80000$$

$$0,1173 C_2 + 0,1013 C_8 + 0,1398 C_{10} \geq 80000$$

$$0,2465 C_2 + 0,0705 C_8 + 0,0709 C_{10} \geq 80000$$

$$0,0252 C_2 + 0,2490 C_8 + 0,2158 C_{10} \geq 80000$$

$$0,2260 C_2 + 0,0845 C_8 + 0,0348 C_{10} \geq 80000$$

$$0,1663 C_2 + 0,2125 C_8 + 0,1035 C_{10} \geq 80000$$

$$C_2 + C_8 + C_{10} \leq 1000000$$

$$0 \leq C_2 \leq 1000000$$

$$0 \leq C_8 \leq 1000000$$

$$0 \leq C_{10} \leq 1000000$$

$$\text{Min. } Z = b_2.C_2 + b_8.C_8 + b_{10}.C_{10}$$

Linear Model		Name: LP_1	Solver: Jensen LP/IP	Ph. 1 Iter. 9
DOĞRU	Change	Type: LP1	Type: Linear	Total Iter. 10
YANLIŞ	Solve	Goal: Min	Sens.: Yes	Comp. Time 00:00
DOĞRU	Vary	Profit: 867410664	Side: No	Status Optimal
YANLIŞ	Change Relation			
100				
100				
0				
60				

Variables		1	2	3
Name:		X1	X2	X3
Values:		239167,1	0	745638,7
Lower Bounds:		0	0	0
Upper Bounds:		1000000	1000000	1000000
Linear Obj. Coef.:		908,24	887,86	871,99

Constraints		Value	Rel.	RHS	Linear Constraint Coefficients		
Num.	Name						
1	Con1	80000	>=	80000	0,0405	0,0798	0,0943
2	Con2	162056,8	>=	80000	0,079	0,1093	0,192
3	Con3	133960,3	>=	80000	0,0987	0,0915	0,148
4	Con4	132294,6	>=	80000	0,1173	0,1013	0,1398
5	Con5	111820,5	>=	80000	0,2465	0,0705	0,0709
6	Con6	166935,8	>=	80000	0,0252	0,249	0,2158
7	Con7	80000	>=	80000	0,226	0,0845	0,0348
8	Con8	116947,1	>=	80000	0,1663	0,2125	0,1035
9	Con9	984805,9	<=	1000000	1	1	1

Şekil 5.33 Yazılımda Senaryo 9 modelinin çözümü

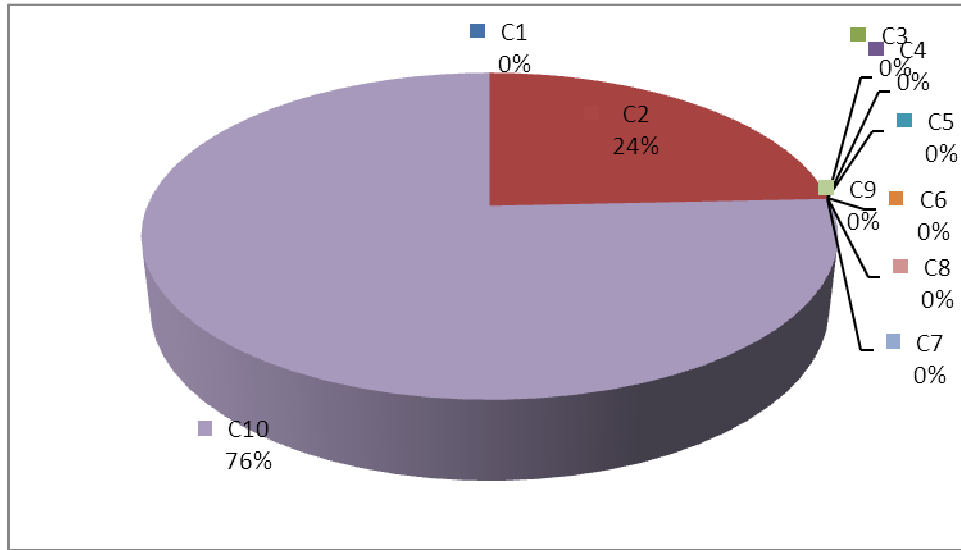
Sensitivity Analysis for Worksheet LP_1

Variable Analysis				Objective Value: 867.410.624,			
Num.	Name	Value	Status	Reduced Cost	Objective Coefficient	Range Lower Limit	Range Upper Limit
1	X1	239.167,1356	Basic	0,	908,24	374,5026	949,3841
2	X2	0,	Lower	10,732	887,86	877,128	---
3	X3	745.638,7169	Basic	0,	871,99	139,8529	886,607

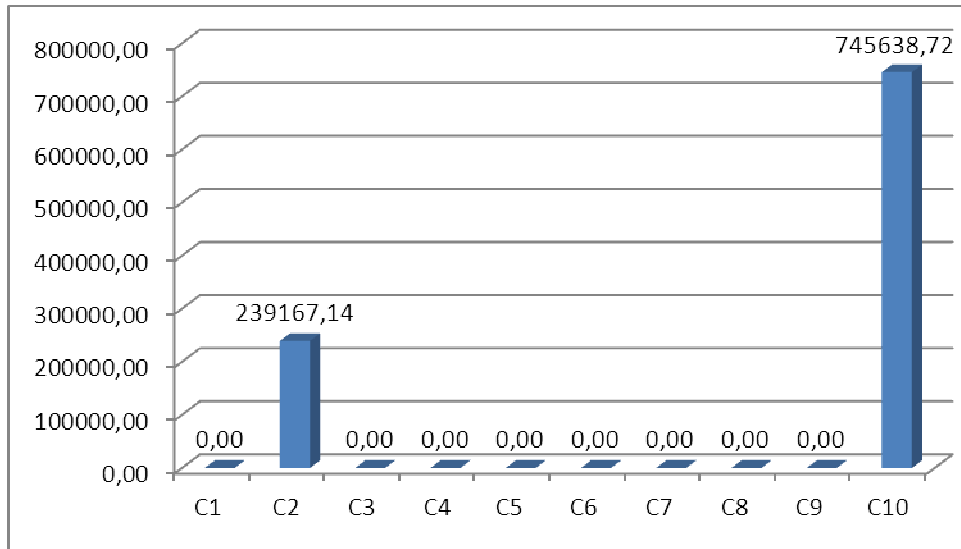
Constraint Analysis				Shadow Price	Constraint Limit	Range Lower Limit	Range Upper Limit
Num.	Name	Value	Status				
1	Con1	80.000,	Lower	8.313,7203	80.000,	44.217,7919	81.581,59
2	Con2	162.056,8374	Basic	0,	80.000,	---	162.056,8374
3	Con3	133.960,3264	Basic	0,	80.000,	---	133.960,3264
4	Con4	132.294,5976	Basic	0,	80.000,	---	132.294,5976
5	Con5	111.820,484	Basic	0,	80.000,	---	111.820,484
6	Con6	166.935,8469	Basic	0,	80.000,	---	166.935,8469
7	Con7	80.000,	Lower	2.528,9129	80.000,	48.915,3066	85.620,8178
8	Con8	116.947,1019	Basic	0,	80.000,	---	116.947,1019
9	Con9	984.805,8526	Basic	0,	1.000.000,	984.805,8526	---

Şekil 5.34 Yazılımda Senaryo 9 model çözümünün duyarlılık analizi

Yazılımda Senaryo 9 modelinin çözülmesiyle bulunmuş ham petrol talep değerlerinin % dağılımı aşağıda grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.35 Senaryo 9 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları



Şekil 5.36 Senaryo 9 için değişik ham petrol talep değerleri (ton)

Tablo 5.38 Senaryo 9 ürün stok miktarı

S _J	Ürün Türü	Üretilen Miktar(Ton)	Talep Edilen Miktar(Ton)	Stok Miktarı(Ton)
s ₁	LPG	80000,00	67000,00	13000
s ₂	Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	162056,84	73000,00	89056
s ₃	Kur. Benzin 95 Premium	133960,33	75000,00	58960
s ₄	Jet Yakıtı	132294,60	69000,00	63294
s ₅	Motorin	111820,48	77000,00	34820
s ₆	Kırsal Motorin	166935,85	79000,00	87935
s ₇	Fuel Oil	80000,00	74000,00	6000
s ₈	Asfalt	116947,10	62000,00	54947

Tablo 5.39 Senaryo 9 ürün stok maliyeti

Ürün Türü	Stok Miktarı(Ton)	Stok Maliyeti (TL/Ton)	Stok Maliyeti (TL)
LPG	13000,00	5,35	69550
Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	89056,84	6,13	545918
Kur. Benzin 95 Premium	58960,33	6,25	368502
Jet Yakıtı	63294,60	5,94	375969
Motorin	34820,48	5,45	189771
Kırsal Motorin	87935,85	5,30	466059
Fuel Oil	6000,00	3,80	22800
Asfalt	54947,10	3,92	215392
		TOPLAM	2253964

Yazılımda hammadde maliyeti giderinin minimize edildiği amaç fonksiyonunun çözülmesiyle, hammadde maliyeti 867410664 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.40 Senaryo 9 maliyetler

MALİYETLER (GİDER)	
Nakliye ve Sigorta Maliyeti(TL)	1374145
Satış, Teşvik, Prim Maliyeti(TL)	693791
Tamir, Bakım, Onarım Maliyeti(TL)	81187
Enerji Maliyeti(TL)	40875
Vergi Maliyeti(TL)	1076041
Personel Maliyeti(TL)	1650000
Hammadde Maliyeti(TL)	867410664
Stok Maliyeti(TL)	2253964
TOPLAM	874580668

Ürünlerin üretim miktarları ve satış gelirleri Tablo 5.41 de verilmiştir.

Tablo 5.41 Senaryo 9 ürün satış geliri

Ürün Türü	Satış (TL/Ton)	Üretilen Miktar(Ton)	Gelir (TL)
LPG	1070,35	80000,00	85628000
Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	1226,78	162056,84	198808086
Kur. Benzin 95 Premium	1250,09	133960,33	167462464
Jet Yakıtı	1187,57	132294,60	157109095
Motorin	1090,51	111820,48	121941355
Kırsal Motorin	1060,78	166935,85	177082207
Fuel Oil	760,69	80000,00	60855200
Asfalt	784,00	116947,10	91686527
TOPLAM SATIŞ GELİRİ			1060572938

Tablo 5.42 Senaryo 9'un kazancı

GELİR (TL)	GİDER (TL)	KAZANÇ(TL)
1060572938	874580668	185992269

5.10. SENARYO 10

SENARYO 7'nin sınırlamaları kullanılmıştır. 8 numaralı ham petrolün temin edilemediği varsayılmıştır; 2, 7, 10 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Sınırlamalar:

$$\sum_{J=1}^8 X_J \geq 80000$$

$$X_J \geq 80000 \quad J=1..8$$

$$0,0405 C_2 + 0,0998 C_7 + 0,0943 C_{10} \geq 80000$$

$$0,0790 C_2 + 0,1395 C_7 + 0,1920 C_{10} \geq 80000$$

$$0,0987 C_2 + 0,1590 C_7 + 0,1480 C_{10} \geq 80000$$

$$0,1173 C_2 + 0,1530 C_7 + 0,1398 C_{10} \geq 80000$$

$$0,2465 C_2 + 0,0900 C_7 + 0,0709 C_{10} \geq 80000$$

$$0,0252 C_2 + 0,1980 C_7 + 0,2158 C_{10} \geq 80000$$

$$0,2260 C_2 + 0,0905 C_7 + 0,0348 C_{10} \geq 80000$$

$$0,1663 C_2 + 0,0693 C_7 + 0,1035 C_{10} \geq 80000$$

$$C_2 + C_7 + C_{10} \leq 1000000$$

$$0 \leq C_2 \leq 1000000$$

$$0 \leq C_7 \leq 1000000$$

$$0 \leq C_{10} \leq 1000000$$

$$\text{Min. } Z = b_2.C_2 + b_7.C_7 + b_{10}.C_{10}$$

Linear Model		Name: LP_1	Solver: Jensen LP/IP	Ph. 1 Iter. 9
DOĞRU		Type: LP1	Type: Linear	Total Iter. 11
YANLIŞ		Goal: Min	Sens.: Yes	Comp. Time 00:00
DOĞRU		Profit: 827162390	Side: No	Status Optimal
YANLIŞ				
YANLIŞ				
100				
100				
0				
60				

Variables	1	2	3
Name:	X1	X2	X3
Values:	107248,9	518757,5	253281,2
Lower Bounds:	0	0	0
Upper Bounds:	1000000	1000000	1000000

Linear Obj. Coef.:	908,24	980,99	871,99
--------------------	--------	--------	--------

Constraints					
Num.	Name	Value	Rel.	RHS	Linear Constraint Coefficients
1	Con1	80000	>=	80000	0,0405 0,0998 0,0943
2	Con2	129469,3	>=	80000	0,079 0,1395 0,192
3	Con3	130553,5	>=	80000	0,0987 0,159 0,148
4	Con4	127358,9	>=	80000	0,1173 0,153 0,1398
5	Con5	91082,68	>=	80000	0,2465 0,09 0,0709
6	Con6	160074,7	>=	80000	0,0252 0,198 0,2158
7	Con7	80000	>=	80000	0,226 0,0905 0,0348
8	Con8	80000	>=	80000	0,1663 0,0693 0,1035
9	Con9	879287,7	<=	1000000	1 1 1

Şekil 5.37 Yazılımda Senaryo 10 modelinin çözümü

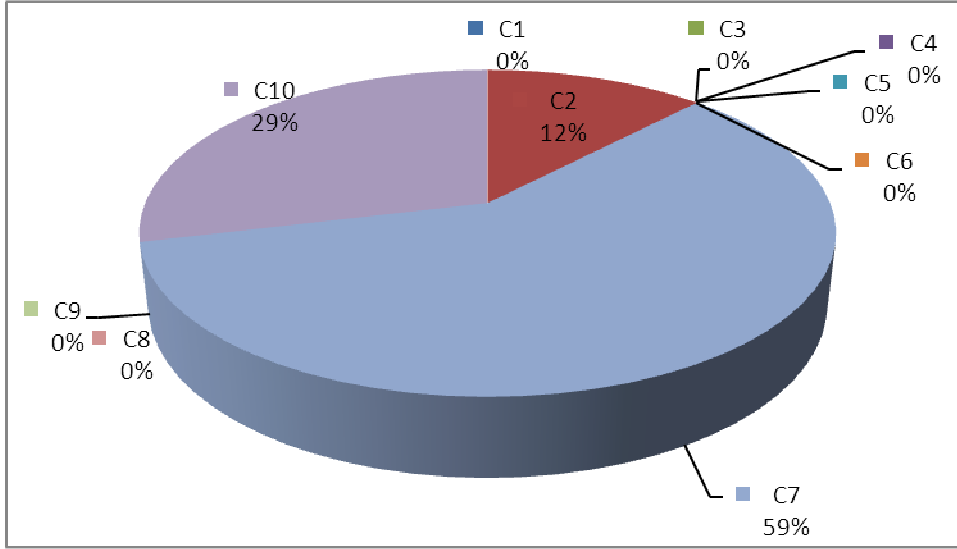
Sensitivity Analysis for Worksheet LP_1

Variable Analysis				Objective Value: 827.162.368,			
Num.	Name	Value	Status	Reduced Cost	Objective Coefficient	Range Lower Limit	Range Upper Limit
1	X1	107.248,9373	Basic	0,	908,24	603,1398	2.406,2538
2	X2	518.757,4959	Basic	0,	980,99	746,599	1.058,5759
3	X3	253.281,2296	Basic	0,	871,99	790,244	1.067,292

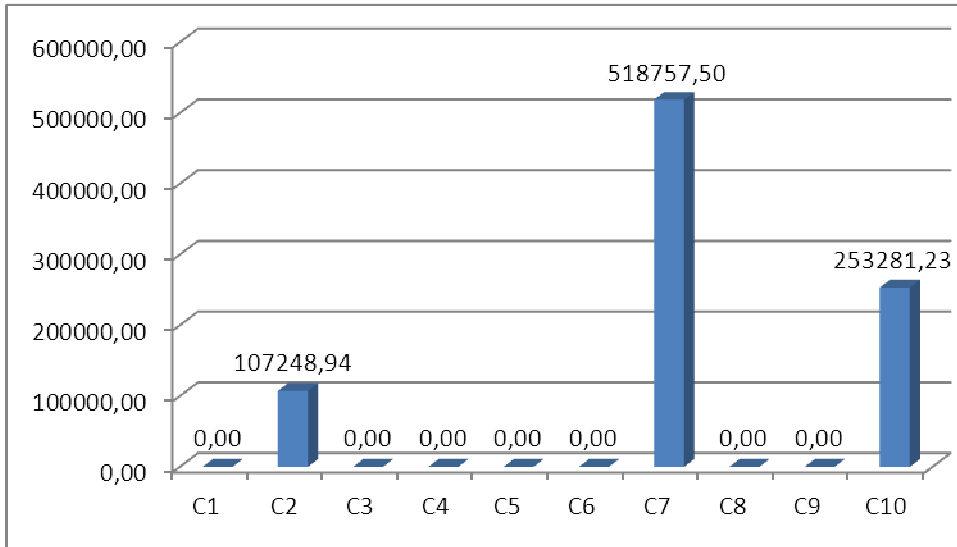
Constraint Analysis							
Num.	Name	Value	Status	Shadow Price	Constraint Limit	Range Lower Limit	Range Upper Limit
1	Con1	80.000,	Lower	7.350,1867	80.000,	44.560,2302	97.047,8328
2	Con2	129.469,3328	Basic	0,	80.000,	---	129.469,3328
3	Con3	130.553,5339	Basic	0,	80.000,	---	130.553,5339
4	Con4	127.358,9131	Basic	0,	80.000,	---	127.358,9131
5	Con5	91.082,6769	Basic	0,	80.000,	---	91.082,6769
6	Con6	160.074,7467	Basic	0,	80.000,	---	160.074,7467
7	Con7	80.000,	Lower	1.899,9945	80.000,	64.159,0529	106.034,986
8	Con8	80.000,	Lower	1.089,3486	80.000,	60.993,4699	116.947,1019
9	Con9	879.287,6628	Basic	0,	1.000.000,	879.287,6628	---

Şekil 5.38 Yazılımda Senaryo 10 model çözümünün duyarlılık analizi

Yazılımda Senaryo 10 modelinin çözülmesiyle bulunmuş ham petrol talep değerlerinin % dağılımı aşağıda grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.39 Senaryo 10 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları



Şekil 5.40 Senaryo 10 için değişik ham petrol talep değerleri (ton)

Tablo 5.43 Senaryo 10 ürün stok miktarı

S _j	Ürün Türü	Üretilen Miktar(Ton)	Talep Edilen Miktar(Ton)	Stok Miktarı(Ton)
s ₁	LPG	80000,00	67000,00	13000
s ₂	Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	129469,33	73000,00	56469
s ₃	Kur. Benzin 95 Premium	130553,53	75000,00	55553
s ₄	Jet Yakıtı	127358,91	69000,00	58358
s ₅	Motorin	91082,68	77000,00	14082
s ₆	Kırsal Motorin	160074,75	79000,00	81074
s ₇	Fuel Oil	80000,00	74000,00	6000
s ₈	Asfalt	80000,00	62000,00	18000

Tablo 5.44 Senaryo 10 ürün stok maliyeti

Ürün Türü	Stok Miktarı(Ton)	Stok Maliyeti (TL/Ton)	Stok Maliyeti (TL)
LPG	13000,00	5,35	69550
Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	56469,33	6,13	346157
Kur. Benzin 95 Premium	55553,53	6,25	347209
Jet Yakıtı	58358,91	5,94	346651
Motorin	14082,68	5,45	76750
Kırsal Motorin	81074,75	5,30	429696
Fuel Oil	6000,00	3,80	22800
Asfalt	18000,00	3,92	70560
		TOPLAM	1709375

Yazılımda hammadde maliyeti giderinin minimize edildiği amaç fonksiyonunun çözülmesiyle, hammadde maliyeti 827162390,09 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.45 Senaryo 10 maliyetler

MALİYETLER (GİDER)	
Nakliye ve Sigorta Maliyeti(TL)	1374145
Satış, Teşvik, Prim Maliyeti(TL)	693791
Tamir, Bakım, Onarım Maliyeti(TL)	81187
Enerji Maliyeti(TL)	40875
Vergi Maliyeti(TL)	1076041
Personel Maliyeti(TL)	1650000
Hammadde Maliyeti(TL)	827162390
Stok Maliyeti(TL)	1709375
TOPLAM	833787805

Ürünlerin üretim miktarları ve satış gelirleri Tablo 5.46 da verilmiştir.

Tablo 5.46 Senaryo 10 ürün satış geliri

Ürün Türü	Satış (TL/Ton)	Üretilen Miktar(Ton)	Gelir (TL)
LPG	1070,35	80000,00	85628000
Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	1226,78	129469,33	158830388
Kur. Benzin 95 Premium	1250,09	130553,53	163203667
Jet Yakıtı	1187,57	127358,91	151247624
Motorin	1090,51	91082,68	99326569
Kırsal Motorin	1060,78	160074,75	169804089
Fuel Oil	760,69	80000,00	60855200
Asfalt	784,00	80000,00	62720000
TOPLAM SATIŞ GELİRİ			951615539

Tablo 5.47 Senaryo 10'un kazancı

GELİR (TL)	GİDER (TL)	KAZANÇ(TL)
951615539	833787805	117827734

5.11. SENARYO 11

SENARYO 7'nin sınırlamaları kullanılmıştır. 10 numaralı ham petrolün temin edilemediği varsayılmış, 2, 7, 8 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Sınırlamalar:

$$\sum_{J=1}^8 X_J \geq 80000$$

$$X_J \geq 80000 \quad J=1..8$$

$$0,0405 C_2 + 0,0998 C_7 + 0,0798 C_8 \geq 80000$$

$$0,0790 C_2 + 0,1395 C_7 + 0,1093 C_8 \geq 80000$$

$$0,0987 C_2 + 0,1590 C_7 + 0,0915 C_8 \geq 80000$$

$$0,1173 C_2 + 0,1530 C_7 + 0,1013 C_8 \geq 80000$$

$$0,2465 C_2 + 0,0900 C_7 + 0,0705 C_8 \geq 80000$$

$$0,0252 C_2 + 0,1980 C_7 + 0,2490 C_8 \geq 80000$$

$$0,2260 C_2 + 0,0905 C_7 + 0,0845 C_8 \geq 80000$$

$$0,1663 C_2 + 0,0693 C_7 + 0,2125 C_8 \geq 80000$$

$$C_2 + C_7 + C_8 \leq 1000000$$

$$0 \leq C_2 \leq 1000000$$

$$0 \leq C_7 \leq 1000000$$

$$0 \leq C_8 \leq 1000000$$

$$\text{Min. } Z = b_2.C_2 + b_7.C_7 + b_8.C_8$$

Linear Model

DOĞRU

YANLIŞ

DOĞRU

YANLIŞ

YANLIŞ

100

100

0

60

Change

Solve

Vary

Change Relation

Name: LP_1

Type: LP1

Goal: Min

Profit: 818946494,5

Solver: Jensen LP/IP

Type: Linear

Sens.: Yes

Side: No

Ph. 1 Iter. 10

Total Iter. 11

Comp. Time 00:00

Status Optimal

Variables

1

2

3

Name:

X1

X2

X3

Values:

38262,69

688539,1

121981,9

Lower Bounds:

0

0

0

Upper Bounds:

1000000

1000000

1000000

Linear Obj. Coef.:

919,79

980,99

887,86

Constraints

Num.

Name

Value

Rel.

RHS

Linear Constraint Coefficients

1

Con1

80000

>=

80000

0,0405

0,0998

0,0798

2

Con2

112406,6

>=

80000

0,079

0,1395

0,1093

3

Con3

124415,6

>=

80000

0,0987

0,159

0,0915

4

Con4

122191,5

>=

80000

0,1173

0,153

0,1013

5

Con5

80000

>=

80000

0,2465

0,09

0,0705

6

Con6

167668,5

>=

80000

0,0252

0,198

0,249

7

Con7

81267,63

>=

80000

0,226

0,0905

0,0845

8

Con8

80000

>=

80000

0,1663

0,0693

0,2125

9

Con9

848783,7

<=

1000000

1

1

1

Şekil 5.41 Yazılımda Senaryo 11 modelinin çözümü

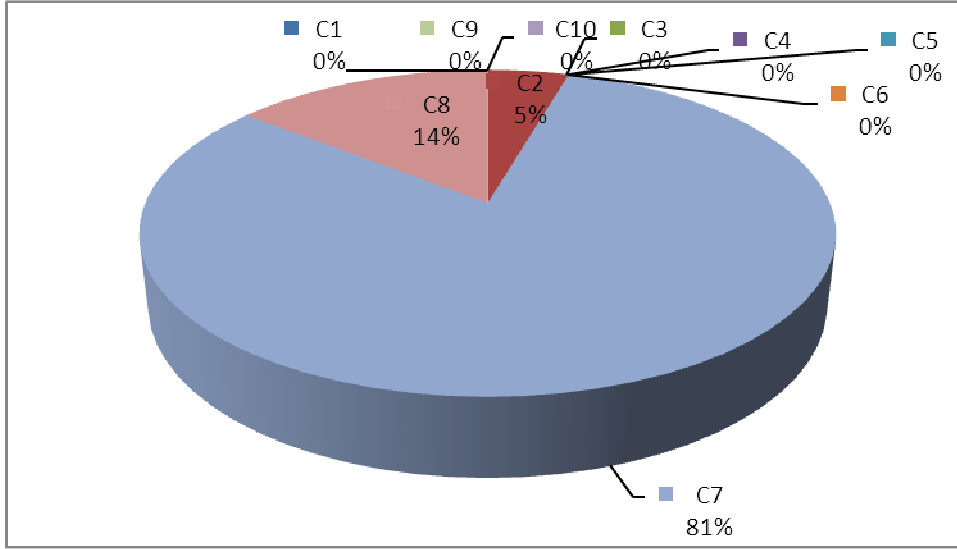
Sensitivity Analysis for Worksheet LP_1

Variable Analysis				Objective Value: 818.946.496,			
Num.	Name	Value	Status	Reduced Cost	Objective Coefficient	Range Lower Limit	Range Upper Limit
1	X1	38.262,6948	Basic	0,	919,79	489,1035	2.669,0814
2	X2	688.539,1391	Basic	0,	980,99	368,335	1.114,4578
3	X3	121.981,8895	Basic	0,	887,86	780,7616	1.377,489

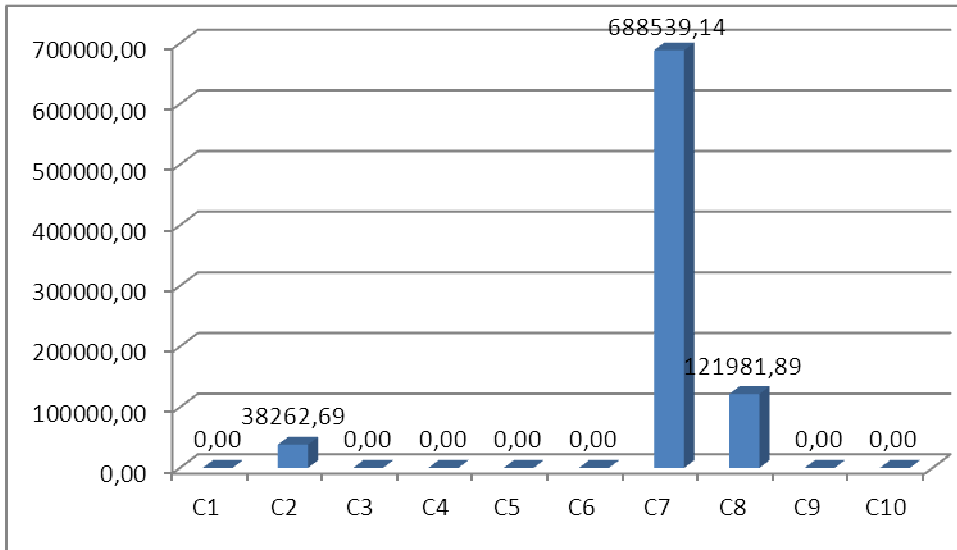
Constraint Analysis				Shadow Price	Constraint Limit	Range Lower Limit	Range Upper Limit
Num.	Name	Value	Status	Shadow Price	Constraint Limit	Range Lower Limit	Range Upper Limit
1	Con1	80.000,	Lower	7.520,6014	80.000,	65.144,3621	88.899,9006
2	Con2	112.406,5833	Basic	0,	80.000,	---	112.406,5833
3	Con3	124.415,594	Basic	0,	80.000,	---	124.415,594
4	Con4	122.191,4678	Basic	0,	80.000,	---	122.191,4678
5	Con5	80.000,	Lower	2.038,6113	80.000,	78.500,5183	109.297,3287
6	Con6	167.668,4599	Basic	0,	80.000,	---	167.668,4599
7	Con7	81.267,6308	Basic	0,	80.000,	---	81.267,6308
8	Con8	80.000,	Lower	677,6183	80.000,	65.110,5444	196.845,1468
9	Con9	848.783,7234	Basic	0,	1.000.000,	848.783,7234	---

Şekil 5.42 Yazılımda Senaryo 11 model çözümünün duyarlılık analizi

Yazılımda Senaryo 11 modelinin çözülmesiyle bulunmuş ham petrol talep değerlerinin % dağılımı aşağıda grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.43 Senaryo 11 için amaç fonksiyonu değişken değerleri yüzde dağılımları



Şekil 5.44 Senaryo 11 için değişik ham petrol talep değerleri (ton)

Tablo 5.48 Senaryo 11 ürün stok miktarı

S _j	Ürün Türü	Üretilen Miktar(Ton)	Talep Edilen Miktar(Ton)	Stok Miktarı(Ton)
s ₁	LPG	80000,00	67000,00	13000
s ₂	Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	112406,58	73000,00	39406
s ₃	Kur. Benzin 95 Premium	124415,59	75000,00	49415
s ₄	Jet Yakıtı	122191,47	69000,00	53191
s ₅	Motorin	80000,00	77000,00	3000
s ₆	Kırsal Motorin	167668,46	79000,00	88668
s ₇	Fuel Oil	81267,63	74000,00	7267
s ₈	Asfalt	80000,00	62000,00	18000

Tablo 5.49 Senaryo 11 ürün stok maliyeti

Ürün Türü	Stok Miktarı(Ton)	Stok Maliyeti (TL/Ton)	Stok Maliyeti (TL)
LPG	13000,00	5,35	69550
Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	39406,58	6,13	241562
Kur. Benzin 95 Premium	49415,59	6,25	308847
Jet Yakıtı	53191,47	5,94	315957
Motorin	3000,00	5,45	16350
Kırsal Motorin	88668,46	5,30	469942
Fuel Oil	7267,63	3,80	27617
Asfalt	18000,00	3,92	70560
TOPLAM			1520386

Yazılımda hammadde maliyeti giderinin minimize edildiği amaç fonksiyonunun çözülmesiyle, hammadde maliyeti 818946494,50 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 5.50 Senaryo 11 maliyetler

MALİYETLER (GİDER)	
Nakliye ve Sigorta Maliyeti(TL)	1374145
Satış, Teşvik, Prim Maliyeti(TL)	693791
Tamir, Bakım, Onarım Maliyeti(TL)	81187
Enerji Maliyeti(TL)	40875
Vergi Maliyeti(TL)	1076041
Personel Maliyeti(TL)	1650000
Hammadde Maliyeti(TL)	818946494
Stok Maliyeti(TL)	1520386
TOPLAM	825382921

Ürünlerin üretim miktarları ve satış gelirleri Tablo 5.51 de verilmiştir.

Tablo 5.51 Senaryo 11 ürün satış geliri

Ürün Türü	Satış (TL/Ton)	Üretilen Miktar(Ton)	Gelir (TL)
LPG	1070,35	80000,00	85628000
Kurşunsuz Benzin 95 Oktan	1226,78	112406,58	137898148
Kur. Benzin 95 Premium	1250,09	124415,59	155530689
Jet Yakıtı	1187,57	122191,47	145110921
Motorin	1090,51	80000,00	87240800
Kırsal Motorin	1060,78	167668,46	177859348
Fuel Oil	760,69	81267,63	61819474
Asfalt	784,00	80000,00	62720000
TOPLAM SATIŞ GELİRİ			913807382

Tablo 5.52 Senaryo 11'in kazancı

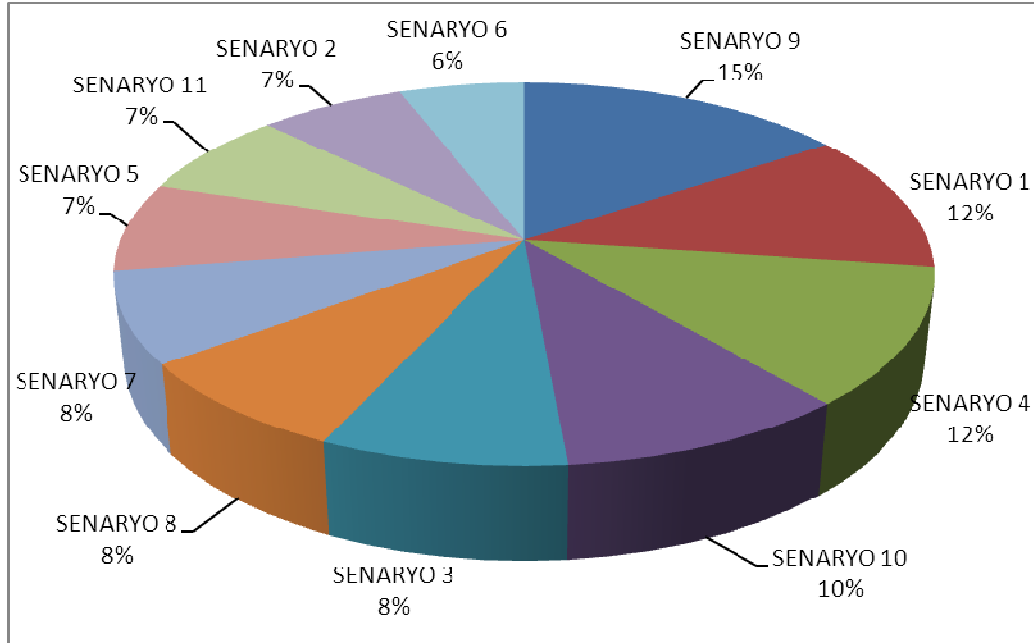
GELİR (TL)	GİDER (TL)	KAZANÇ(TL)
913807382	825382921	88424461

6. GENEL DEĞERLENDİRME VE GENEL SONUÇ

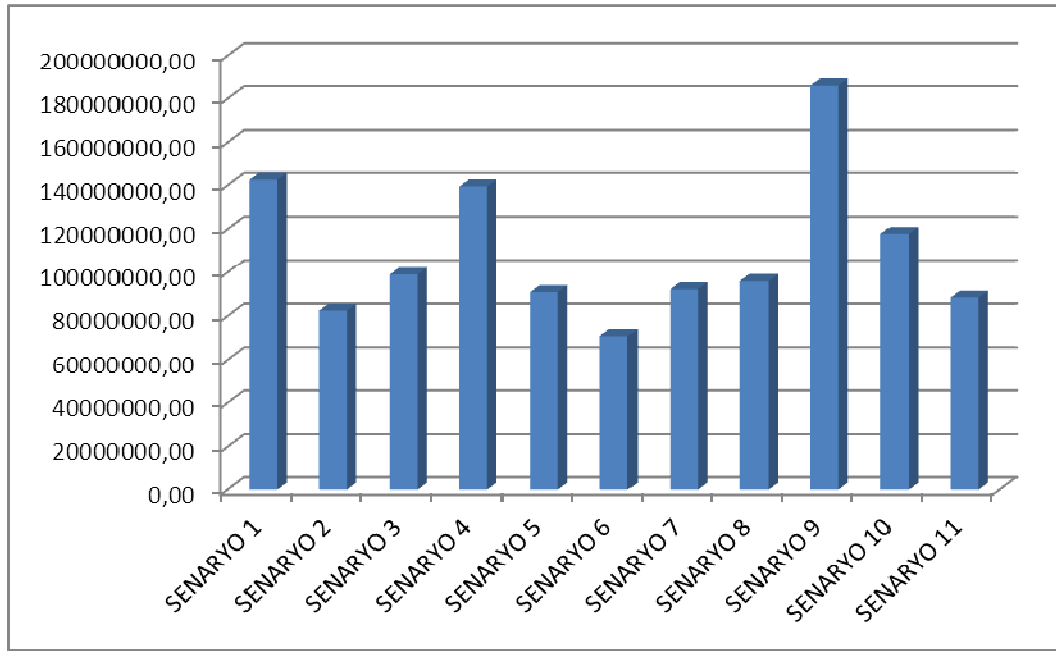
Senaryoların kazançları aşağıda tablo şeklinde gösterilmiştir.

Tablo 6.1 Büyükten küçüğe doğru sıralanmış senaryo kazançları

SENARYOLAR	KAZANÇLARI(TL)
SENARYO 9	185992269
SENARYO 1	142614903
SENARYO 4	139447177
SENARYO 10	117827734
SENARYO 3	99067326
SENARYO 8	96049594
SENARYO 7	92310222
SENARYO 5	90905635
SENARYO 11	88424461
SENARYO 2	82464225
SENARYO 6	70855600



Şekil 6.1 Senaryoların kazanç yüzde dağılımları



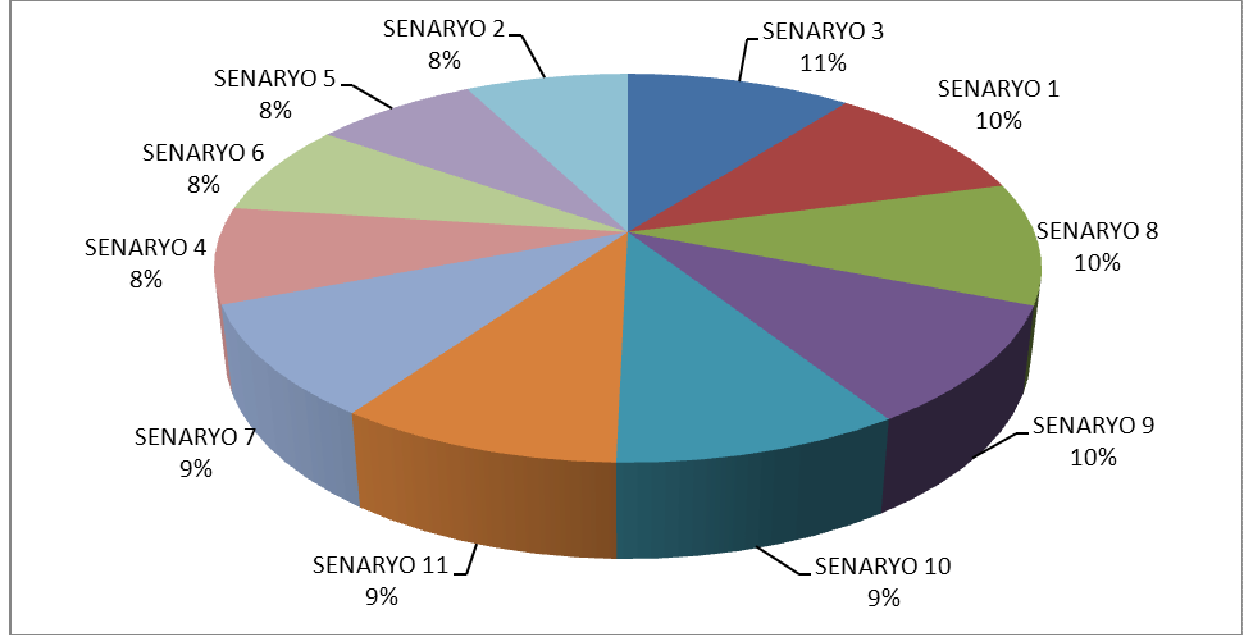
Şekil 6.2 Senaryoların kazanç dağılım grafiği

Tablo 6.2 Senaryoların ürün satış gelirleri

SENARYOLAR	KAZANÇLARI (TL)	ÜRÜN ÜRETİM MİKTAR (TON)	ÜRÜN SATIŞ GELİRİ (TL)
SENARYO 9	185992269	984015	1060572938
SENARYO 1	142614903	996000	1044155720
SENARYO 4	139447177	786659	840441648
SENARYO 10	117827734	878539	951615539
SENARYO 3	99067326	942476	1025099037
SENARYO 8	96049594	913182	988739663
SENARYO 7	92310222	848978	915671978
SENARYO 5	90905635	712142	763465552
SENARYO 11	88424461	847979	913807382
SENARYO 2	82464225	702432	751658251
SENARYO 6	70855600	698973	745389941

Tablo 6.3 Senaryoların hammadde maliyetleri

SENARYOLAR	KAZANÇLARI (TL)	HAMMADDE KULLANIM MİKTAR(TON)	HAMMADDE MALİYETİ(TL)
SENARYO 9	185992269	984805,8526	867410664
SENARYO 1	142614903	997171,4483	896624777
SENARYO 4	139447178	787261,8378	696078431
SENARYO 10	117827734,	879287,6628	827162390
SENARYO 3	99067326	943357,6673	921115670
SENARYO 8	96049594	914086,6683	885879099
SENARYO 7	92310222	849806,3414	816916009
SENARYO 5	90905635	712715,4701	667643877
SENARYO 11	88424461	848783,7234	818946494
SENARYO 2	82464225	703030,9862	664277986
SENARYO 6	70855600	699593,1983	669618302



Şekil 6.3 Senaryoların hammadde maliyetleri yüzde dağılımları

Tablo 6.4 Senaryoların; ürün satış gelirlerinin bir önceki senaryoya göre artışı ve hammadde maliyetinin bir önceki senaryoya göre artışı

SENARYOLAR	KAZANÇLARI	ÜRÜN ÜRETİM MİKTAR	ÜRÜN SATIŞ GELİRİ	HAMMADDE MALİYETİ	HAMMADDE KULLANIM MİKTAR	ÜRÜN SATIŞ GELİRİNİN BİR ÖNCEKİ SENARYOYA GÖRE ARTIŞI	HAMMADDE MALİYETİNİN BİR ÖNCEKİ SENARYOYA GÖRE ARTIŞI
SENARYO 9	185992269,88	984015,19	1060572938,21	867410664,04	984805,85	16417218,21	-29214113,26
SENARYO 1	142614903,00	996000,00	1044155720,00	896624777,30	997171,45	203714071,30	200546346,30
SENARYO 4	139447177,97	786659,16	840441648,70	696078431,00	787261,84	-111173890,87	-131083959,09
SENARYO 10	117827734,53	878539,20	951615539,57	827162390,09	879287,66	-73483497,43	-93953280,81
SENARYO 3	99067326,56	942476,25	1025099037,00	921115670,90	943357,67	36359373,64	35236571,08
SENARYO 8	96049594,84	913182,00	988739663,36	885879099,82	914086,67	73067684,44	68963090,86
SENARYO 7	92310222,89	848978,54	915671978,92	816916008,96	849806,34	152206426,22	149272131,56
SENARYO 5	90905635,66	712142,61	763465552,70	667643877,40	712715,47	-150341829,83	-151302617,10
SENARYO 11	88424461,39	847979,73	913807382,53	818946494,50	848783,72	162149130,73	154668508,10
SENARYO 2	82464225,68	702432,07	751658251,80	664277986,40	703030,99	6268310,10	-5340315,50
SENARYO 6	70855600,12	698973,45	745389941,70	669618301,90	699593,20		

9. senaryo en kazançlı senaryodur. Kazanç sıralamasındaki kendinden bir alt sırada gelen 1.senaryoya göre ürün üretim miktarı da, hammadde kullanım miktarı da azdır; tabloda belirtildiği gibi ürün satış geliri artmıştır ve hammadde maliyeti gideri azalmıştır. Satış geliri arttığı halde hammadde maliyeti gideri de düşünce en kazançlı senaryo dokuzuncu olmuştur. Senaryo 9 da Senaryo 7'nin sınırlamaları (Üretilen ürün miktarlarının talep edilen miktarlardan fazla olduğu ve böylece stokta ürün bekletildiği, stok maliyetleri olduğu sınırlamalar) kullanılmıştır. 7 numaralı ham petrolün temin edilemediği varsayılmıştır, 2, 8, 10 numaralı ham petroller kullanılmıştır.

İkinci en kazançlı senaryo olan 1.senaryoda kazanç sıralamasında kendinden bir alt sırada gelen 4.senaryoya göre ürün üretim miktarı da, hammadde kullanım miktarı da artmıştır; ürün satış geliri de hammadde maliyeti gideri de artmıştır. Fakat 4.senaryoya göre; ürün satış geliri, hammadde maliyeti giderine göre 3167725 TL daha fazla arttığı için senaryo 1 senaryo 4 den daha kazançlı olmuştur. Senaryo 1 de talep bazında üretim yapılmıştır ve 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 numaralı ham petroller kullanılmıştır.

Üçüncü en kazançlı senaryo olan 4.senaryoda kazanç sıralamasında kendinden bir alt sırada gelen 10. senaryoya göre ürün üretim miktarı da, hammadde kullanım miktarı da azalmıştır; ürün satış geliri de hammadde maliyeti gideri de azalmıştır. Fakat 10. senaryoya göre; hammadde maliyeti gideri, ürün satış gelirine göre 19910068 TL daha fazla azaldığı için senaryo 4 senaryo 10 dan daha kazançlı olmuştur. Senaryo 4 de, Senaryo 2'nin sınırlamaları (Üretilecek ürün miktarının kapasitenin %60'ının altına düşmemesi sınırlaması) kullanılmıştır. 7 numaralı ham petrolün temin edilemediği varsayılmıştır, 2, 8, 10 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Dördüncü en kazançlı senaryo olan 10. senaryoda kazanç sıralamasında kendinden bir alt sırada gelen 3.senaryoya göre ürün üretim miktarı da, hammadde kullanım miktarı da azalmıştır; ürün satış geliri de hammadde maliyeti gideri de azalmıştır. Fakat 3.senaryoya göre hammadde maliyeti gideri, ürün satış gelirine göre 20469783 TL daha fazla azaldığı için senaryo 10 senaryo 3 den daha kazançlı olmuştur. Senaryo 10 da, Senaryo 7'nin sınırlamaları (Üretilen ürün miktarlarının talep edilen miktarlardan fazla olduğu ve böylece stokta ürün bekletildiği, stok maliyetleri olduğu sınırlamalar) kullanılmıştır. 8 numaralı ham petrolün temin edilemediği varsayılmıştır, 2, 7, 10 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Beşinci en kazançlı senaryo olan 3.senaryoda kazanç sıralamasında kendinden bir alt sırada gelen 8.senaryoya göre ürün üretim miktarı da, hammadde kullanım miktarı da artmıştır; dolayısıyla ürün satış geliri de hammadde maliyeti de artmıştır. Fakat 8.senaryoya göre; ürün satış geliri, hammadde maliyeti giderine göre 1122802 TL daha fazla arttığı için senaryo 3 senaryo 8 den daha kazançlı olmuştur. Senaryo 3 de, Senaryo 2'nin sınırlamaları (Üretilecek ürün miktarının kapasitenin %60'ının altına düşmemesi sınırlaması) kullanılmıştır. 2 numaralı ham petrolün temin edilemediği varsayılmıştır, 7, 8, 10 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Altıncı en kazançlı senaryo olan 8. senaryoda kazanç sıralamasında kendinden bir alt sırada gelen 7. senaryoya göre ürün üretim miktarı da, hammadde kullanım miktarı da artmıştır; dolayısıyla ürün satış geliri de hammadde maliyeti de artmıştır. Fakat 7. senaryoya göre ürün satış geliri, hammadde maliyeti giderine göre 4104593 TL daha fazla arttığı için senaryo 8 senaryo 7 den daha kazançlı olmuştur. Senaryo 8

de, Senaryo 7'nin sınırlamaları (Üretilen ürün miktarlarının talep edilen miktarlardan fazla olduğu ve böylece stokta ürün bekletildiği, stok maliyetleri olduğu sınırlamalar) kullanılmıştır. 2 numaralı ham petrolün temin edilemediği varsayılmıştır, 7, 8, 10 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Yedinci en kazançlı olan 7. senaryoda kazanç sıralamasında kendinden bir alt sırada gelen 5. senaryoya göre ürün üretim miktarı da, hammadde kullanım miktarı da artmıştır; dolayısıyla ürün satış geliri de hammadde maliyeti de artmıştır. Fakat 5. senaryoya göre ürün satış geliri, hammadde maliyeti giderine göre 2934294 TL daha fazla arttığı için senaryo 7 senaryo 5 den daha kazançlı olmuştur. Senaryo 7 de üretilen ürün miktarlarının talep edilen miktarlardan fazla olduğu ve böylece stokta ürün bekletildiği, stok maliyetleri olduğu sınırlamaları kullanılmıştır. 2, 7, 8, 10 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Sekizinci en kazançlı senaryo olan 5. senaryoda kazanç sıralamasında kendinden bir alt sırada gelen 11.senaryoya göre ürün üretim miktarı da, hammadde kullanım miktarı da azalmıştır; ürün satış geliri de hammadde maliyeti gideri de azalmıştır. Fakat 11. senaryoya göre; hammadde maliyeti gideri, ürün satış gelirine göre 960787 TL daha fazla azaldığı için senaryo 5 senaryo 11 den daha kazançlı olmuştur. Senaryo 5 de, Senaryo 2'nin sınırlamaları (Üretilecek ürün miktarının kapasitenin %60'ının altına düşmemesi sınırlaması) kullanılmıştır. 8 numaralı ham petrolün temin edilemediği varsayılmıştır, 2, 7, 10 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Dokuzuncu en kazançlı olan 11. senaryoda kazanç sıralamasında kendinden bir alt sırada gelen 2. senaryoya göre ürün üretim miktarı da, hammadde kullanım miktarı da artmıştır; dolayısıyla ürün satış geliri de hammadde maliyeti de artmıştır. Fakat 2. senaryoya göre ürün satış geliri, hammadde maliyeti giderine göre 7480622 TL daha fazla arttığı için senaryo 11 senaryo 2 den daha kazançlı olmuştur. Senaryo 11 de, Senaryo 7'nin sınırlamaları (Üretilen ürün miktarlarının talep edilen miktarlardan fazla olduğu ve böylece stokta ürün bekletildiği, stok maliyetleri olduğu sınırlamalar) kullanılmıştır. 10 numaralı ham petrolün temin edilemediği varsayılmıştır, 2, 7, 8 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Onuncu en kazançlı olan 2. senaryoda kazanç sıralamasında kendinden bir alt sırada gelen 6. senaryoya göre ürün üretim miktarı da, hammadde kullanım miktarı da artmıştır; ürün satış geliri artarken hammadde maliyeti gideri azalmıştır, dolayısıyla 2.senaryo 6. senaryoya göre 11608625 TL daha kazançlı olmuştur. Senaryo 2 de üretilecek ürün miktarının kapasitenin %60'ının altına düşmemesi sınırlaması ve 2, 7, 8, 10 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Kazanç sıralamasında sonuncu olan 6. senaryoda ürün satış geliri miktarı ve hammadde maliyet gideri miktarı arasındaki fark diğer senaryolara göre en az olanıdır, yani en az kazançlı olanıdır. 6.senaryo da 70855600 TL kazanç elde edilmiştir. Senaryo 6 da, Senaryo 2'nin sınırlamaları (Üretilecek ürün miktarının, kapasitenin %60'ının altına düşmemesi sınırlaması) kullanılmıştır. 10 numaralı ham petrolün temin edilemediği varsayılmıştır, 2, 7, 8 numaralı ham petroler kullanılmıştır.

Özetleyecek olursak, senaryolarımızı değerlendirdiğimizde:

Rafineri için en kazançlı üretim yöntemi; üretilen miktarlarının talep edilen miktarlardan fazla olması, stokta ürünlerin bekletilmesi, 2, 8, 10 numaralı ham petrolerin kullanılmasıdır.

İkinci en kazançlı üretim yöntemi; talep bazında üretim yapılması ve 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 numaralı ham petrolerin kullanılmasıdır.

Üçüncü en kazançlı üretim yöntemi ise ; üretilecek ürün miktarının kapasitenin %60'ının altına düşmemesi ve 2, 8, 10 numaralı ham petrolerin kullanılmasıdır.

Dördüncü en kazançlı üretim yöntemi ise üretilen miktarlarının talep edilen miktarlardan fazla olması, stokta ürünlerin bekletilmesi, 2, 7, 10 numaralı ham petrolerin kullanılmasıdır.

Beşinci en kazançlı üretim yöntemi ise üretilecek ürün miktarının kapasitenin %60'ının altına düşmemesi ve 7, 8, 10 numaralı ham petrolerin kullanılmasıdır.

Altıncı en kazançlı üretim yöntemi ise üretilen miktarlarının talep edilen miktarlardan fazla olması, stokta ürünlerin bekletilmesi, 7, 8, 10 numaralı ham petrolerin kullanılmasıdır.

Yedinci en kazançlı üretim yöntemi ise üretilen miktarlarının talep edilen miktarlardan fazla olması, stokta ürünlerin bekletilmesi, 2, 7, 8, 10 numaralı ham petrolerin kullanılmasıdır.

Sekizinci en kazançlı üretim yöntemi ise üretilecek ürün miktarının kapasitenin %60'ının altına düşmemesi ve 2, 7, 10 numaralı ham petrolerin kullanılmasıdır.

Dokuzuncu en kazançlı üretim yöntemi ise üretilen miktarlarının talep edilen miktarlardan fazla olması, stokta ürünlerin bekletilmesi, 2, 7, 8 numaralı ham petrolerin kullanılmasıdır.

Onuncu en kazançlı üretim yöntemi ise üretilecek ürün miktarının kapasitenin %60'ının altına düşmemesi ve 2, 7, 8, 10 numaralı ham petroler kullanılmasıdır. Kazancı en az üretim yöntemi ise üretilecek ürün miktarının kapasitenin %60'ının altına düşmemesi ve 2, 7, 8 numaralı ham petroler kullanılmasıdır.

Sonuç olarak senaryolarını kendi içinde sıralarsak:

Birinci en kazançlı üretim yöntemi üretilen miktarlarının talep edilen miktarlardan fazla olması, stokta ürünlerin bekletilmesidir.

İkinci en kazançlı üretim yöntemi talep bazında üretim yapılmasıdır.

Üçüncü en kazançlı üretim yöntemi üretilecek ürün miktarının kapasitenin %60'ının altına düşmemesidir.

Bu sıraladığımız senaryo çeşitlerinde hangi ham petrolerin kullanılmasıyla en fazla kazanç elde ettiğimizi sıralarsak:

Birinci en kazançlı üretim yöntemi üretilen miktarlarının talep edilen miktarlardan fazla olması, stokta ürünlerin bekletilmesi ve 2, 8, 10 nolu ham petrolerin kullanılmasıdır.

İkinci en kazançlı üretim yöntemi talep bazında üretim yapılması ve 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 nolu ham petrolerin kullanılmasıdır.

Üçüncü en kazançlı üretim yöntemi üretilen ürün miktarının kapasitenin %60'ının altına düşmemesi ve 2, 8, 10 nolu ham petrolerin kullanılmasıdır.

KAYNAKLAR

Tanyaş, M., Baskak, M. (2003), Üretim Planlama ve Kontrol. 1.basım, İrfan Yayımcılık ve Tanıtım Ltd Şti., İstanbul

Kobu, Bülent (2006), Üretim Yönetimi, 13. basım, Beta Yayınları, İstanbul

Beşergil, Bilsen (2007), Hampetrolden Petrokimyasallara El Kitabı, Tükelmat A.Ş., İzmir

Gary, H., J., Handwerk, E., G. (2001), Petroleum Refining Technology and Economics, Fourth Edition, Marcel Dekker, Inc., New York

Ocic, O. (2005), Oil Refineries in the 21 st Century ,Wiley, Germany

Nelson, W., L. (1985), Petroleum Refinery Engineering, Fourth Edition, Mc Graw Hill, New York

Guo, B., Lyons, W. (2007), Ghalambor, A, Petroleum Product Engineering, Elsevier Science & Technology Books, Mexico

Meyers, A., R. (2003), Handbook of Petroleum Refining Processes,Third Edition, Mc Graw Hill, New York

Uluçam, V. (2008), Petrol Ürünleri Sanayinde Karma Tam Sayılı Programlama Yöntemi İle Üretim Planlama Uygulaması, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Alan, A., Yeşilyurt, C. (2004), Doğrusal Programlama Problemlerinin Excel İle Çözümü, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 5, Sayı 1, 151-162

Bircan, H., Kartal, Z. (2003), Doğrusal Programlama Tekniği İle Kapasite Planlaması Yaklaşımı Ve Çimento İşletmesinde Bir Uygulaması, Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 213-232

Sarucan, A., Dizdar, N., E., Baysal, E., M., Eren, T. (2004), Cam Eşya Üretimi Yapan Bir İşletmede Üretim Programı Geliştirme Uygulaması, Teknoloji, Cilt 7, Sayı 2, 329-338

Neiro, S., Pinto, J. (2005) Multiperiod Optimization For Production Planning Of Petroleum Refineries, Chem. Eng. Comm., 192: 62–88

U.S. Energy Information Administration, World Crude Oil Prices, http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/pet_pri_wco_k_w.htm

Operations Research Models and Methods, <http://www.ormm.net>

Wikipedia, API gravity, Using API Gravity To Calculate Barrels Of Crude Oil Per Metric Ton, <http://en.wikipedia.org>

Tüpraş, Asfalt Fiyatları, <http://www.tupras.com.tr>

Tüpraş, 2010 Ara Dönem Raporları, <http://www.tupras.com.tr>

Tüpraş, 2009 Yıllık Faaliyet Raporları, <http://www.tupras.com.tr>

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Kahramanmaraş' da doğan Vuslat METİN ilköğrenimini Eşref Bey İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimi Gebze Anadolu Lisesinde 2003 yılında tamamladı. Aynı yıl Cumhuriyet Üniversitesi Kimya Mühendisliği bölümünü kazandı ve 2007 yılında mezun oldu. Aynı yıl Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Kimya Mühendisliği bölümünde yüksek lisans öğrenimini almaya başladı. Bu süreçte Ece Boya Kimya San. Ltd. Şti.'nde Kalite Yönetim Temsilciliği görevinde bulundu. Son olarak Esen Mikronize Maden San. A. Ş.'nde Kalite Güvence Sorumlusu olarak görev yapmaktadır.