

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPILANDIRILMAMIŞ
MODELLERE YENİ BİR YAKLAŞIM:
OTOGAZ PAZARI ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
End. Müh. Didem KALKAN
(507960157011)**

101108

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 03 Nisan 2000
Tezin Savunulduğu Tarih : 22 Haziran 2000**

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Füsun ÜLENGİN

Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Haluk ERKUT

Doç.Dr. Burç ÜLENGİN

HAZİRAN 2000

ÖNSÖZ

İşletmelerde karar verici konumda bulunan kişiler, yapılandırılmamış problemler ile karşı karşıya kaldıklarında, ne kadar karmaşık olursa olsun öncelikle içinde bulundukları sistemin dinamik yapısını öğrenmek zorundadırlar. Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, öğrenen organizasyonlarda simülasyon yaklaşımının, politika ve strateji geliştirme amacıyla nasıl kullanılabileceği incelenmiştir. Çalışmanın amacı ve kapsamı “Giriş” bölümünde ayrıntılı olarak verilmiştir.

Bu çalışmada tez danışmanlığımı üstlenerek değerli tecrübelerinden yararlanmamı sağlayan, çalışmam süresince yoğun desteği ile beni teşvik eden Prof.Dr. Füsün ÜLENGİN’e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın uygulama bölümünde, Türkiye Otogaz Pazarı örnek olarak ele alınmış, henüz büyüme aşamasında olan bu pazarın sitem dinamiği modeli kurulmuştur. Karar vericilerin sistemi daha iyi öğrenmeleri amacıyla yapılan bu modelleme çalışmaları sırasında, yardımlarını esirgemeyen Aygaz A.Ş. Dökmegaz Pazarlama Müdürü Ufuk YAZKAN’a da teşekkür ederim.

Ayrıca, çalışmam boyunca bana destek olan sevgili arkadaşım End.Yük.Müh. Ümit GÜVENÇ’e de, kaynak bulmamda yardımcı olduğu için ve modelleme aracı olarak kullandığım STELLA yazılım paketini öğrenirken sorularımı cevapsız bırakmadığı için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2000

Didem KALKAN

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	iv
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
2. YAPILANDIRILMAMIŞ PROBLEMLER	3
2.1. Yapılandırılmamış Problemlerin Özellikleri	3
2.2. Sistem Yaklaşımı Prensibi	4
2.3. Yapılandırılmamış Problemlerde Kestirim (Forecasting) mümkün müdür?	6
2.4. Karar Vericinin Rolü	9
2.4.1. Karar Vericinin Sistemi Algılaması	11
2.4.2. Öğrenmenin Önemi	11
3. ÖĞRENEN ORGANİZASYONLAR	13
3.1. Öğrenme Süreçleri	13
3.2. Öğrenme Amaçlı Model Kurma ve Simülasyonun Öğrenmeye Faydası	15
3.3. Modellemenin Hedef ve Faydaları	16
3.4. Modelleme Araçları	18
3.4.1. Temel Danışman Becerisi	18
3.4.2. Modelin Kavramsal İskeleti	19
3.4.3. Kalitatif Modelleme Araçları	20
3.4.4. Kantitatif Modelleme Araçları	21
4. SİSTEM DİNAMİĞİ	22
4.1. Sistem Dinamiği Modeli Oluşturma	22
4.2. Sistem Modelleri ve Dinamik, Sosyoekonomik Problemlerin Analizi	23
4.2.1. Dinamik, Sosyoekonomik problemlerin Analizinde Simülasyon	26
4.3. Sistemin Yapısı ve Dinamik Davranışı	27
4.3.1. Dinamik Sistemlerde Nedensellik	30
4.3.2. Geri Beslemeli İlişkiler	32

4.3.3. Dinamik Sistemlerde Zaman İlişkileri ve Gecikmeler	34
4.3.4. Dinamik Sistemlerde Dış Etkenler	37
5. SİSTEM DİNAMİĞİ MODELLEME PAKETİ: STELLA	38
5.1. Sistem Dinamiği Yazılımları	38
5.2. STELLA'nın Özellikleri ve Tercih Edilme Sebepleri	39
5.3. STELLA'nın Yapısı	40
5.3.1. Üst Düzey Harita Katmanı	40
5.3.2. Model Kurma Katmanı	41
5.3.3. Denklemler Katmanı	45
6. OTOGAZ PAZARI	47
6.1. Dünyada Alternatif Yakıtlı Araçların Gelişimi	47
6.1.1. Yakın Dönemin Alternatif Yakıtları	47
6.1.2. Uzak Dönemin Alternatif Yakıtları	48
6.2. Alternatif Yakıt Olarak LPG Nedir?	48
6.3. Dünyada Otogaz Kullanımı	50
6.4. Araçların Otogaza Dönüşümü ve Teknolojik Faktörlerin Analizi	52
6.5. Türkiye'de Otogaz Kullanımı	54
6.5.1. Türkiye Otogaz Pazarında Faaliyet Gösteren Gaz Dağıtım Şirketleri	57
6.5.2. Türkiye Otogaz Pazarında Aygaz	58
6.5.2.1. OtoAygaz SWOT Analizi	60
6.5.2.2. Pazarlama Miksi	61
6.5.2.3. OtoAygaz Hedef ve Stratejileri	63
7. OTOGAZ PAZARININ SİSTEM MODELİ	64
7.1. Problemin Tanımı ve Uygulama Olarak Seçilme Sebepleri	64
7.2. Otogaz Sistem Modelinin Sınırları	65
7.3. Modelin Değişkenleri ve Etkileşimleri	66
7.4. Otogaz Sistem Modeli - STELLA	72
7.4.1. Otogaz Sistem Modeli'ndeki Stoklar ve Akışlar	74
7.4.2. Otogaz Sistem Modeli'ndeki Döngüler	78
7.4.3. Otogaz Sistem Modeli'nde Fiyat Yapısı	81
7.5. Sistem Davranışları	82
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	84
KAYNAKLAR	90
EKLER	93
ÖZGEÇMİŞ	103

KISALTMALAR

SWOT	: Strengths – Weaknesses – Opportunities - Threats
LPG	: Liquefied Petroleum Gas
CNG	: Compressed Natural Gas
LNG	: Liquefied Natural Gas
AFİF	: Akaryakıt Fiyat İstikrar Fonu
ATV	: Akaryakıt Tüketim Vergisi



TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 6.1. Dünyada otogazın çeşitli pazarlardaki görelî önemi	51
Tablo 6.2. Avrupa otogaz pazarı	52
Tablo 6.3. OtoAygaz fiyat yapısı	52



ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1. Yaratma bazlı öğrenme için gerekli koşullar	14
Şekil 4.1. Sistem dinamiği modeli oluşturma.....	23
Şekil 4.2. Sistemin yapısı ve dinamik davranışı	28
Şekil 4.3. Operasyonel nedensellik ilişkisi.....	31
Şekil 4.4. Statik, tek yönlü nedensellik ilişkisi.....	32
Şekil 4.5. Dinamik, geri beslemeli nedensellik ilişkisi.....	33
Şekil 5.1. STELLA’da Hazırlanmış Nüfus Modelinde Stok-Akış İlişkisi.....	43
Şekil 5.2. STELLA’da Hazırlanmış Nüfus Modelinde Pozitif Yönlü Döngü.....	44
Şekil 5.3. STELLA’da Hazırlanmış Nüfus Modelinde Negatif Yönlü Döngü.....	45
Şekil 6.1. LPG’nin basınç – sıcaklık grafiği	49
Şekil 6.2. Stoklama tankı basınç grafiği	49
Şekil 6.3. Benzinli araçların LPG ile çalıştırılması – I. Jenerasyon	53
Şekil 7.1. Otogaz Sistem Modelinin Sınırları	65
Şekil 7.2. Otogaz modelinin değişkenleri arasındaki etkileşimler	67
Şekil 7.3. STELLA ile hazırlanmış otogaz sistem modeli	73
Şekil 7.4. Stoklar ve Akışlar – Araç Adedi.....	74
Şekil 7.5. Stoklar ve Akışlar – Otogaz Satışları (Bölgesel ve Genel).....	75
Şekil 7.6. Stoklar ve Akışlar – Otogaz İstasyon Adetleri (Aygaz ve Diğer).....	76
Şekil 7.7. Pozitif İşaretli Döngü – Ciro	78
Şekil 7.8. Negatif İşaretli Döngü – Kazalar	79
Şekil 7.9. Otogaz Sistem Modeli'nde Fiyat Yapısı.....	81
Şekil 7.10. Simülasyon sonuçlarına ait grafik.....	82
Şekil 7.11. Türkiye Otogaz Sektöründe Satışların Gelişimi	83
Şekil 7.12. Türkiye Otogaz Sektöründe Pazar Payları	83

ÖZET

Geçmişte muhasebe, üretim, pazarlama, finans, insan ilişkileri ve ekonomi gibi, birbirinden bağımsız olarak ele alınan konuların – işletmelerin ufak çaplı olması sebebiyle - sadece en üst düzey yönetimde birleştirilmesi gerekli görülmekteydi. Zaman içinde boyutların büyümesi, faaliyetlerin çeşitlenmesi, karar alternatiflerinin artması sonucu işletme sistemlerinin çok büyük ve karmaşık hale gelmesiyle, “parçaları tek tek ele alma ve üst yönetimde birleştirme” eğiliminde olan yaklaşımlar yetersiz kalmıştır. Bu çerçevede sistem analizi karmaşık işletme sistemlerinin incelenmesi ve anlaşılması için en etkin ve yeterli yaklaşımdır.

Karmaşık sistemlerde, karar verici konumda bulunan insanların, yüz yüze geldikleri problemleri tüm yönleriyle anlamaları büyük önem taşımaktadır. Bu problemler genellikle büyük ölçekli, insan faktörünü içeren, geri beslemeli nedensellikleri ve doğrusal olmayan ilişkileri bünyesinde barındıran “sosyo-ekonomik problemler” olarak karar vericinin karşısına çıkmaktadır. “Yapılandırılmamış problemler” olarak da isimlendirilen bu tip problemlerde karar verici, ilk olarak sistemin davranışını en iyi şekilde öğrenmeli; sistemdeki değişkenlerin sistemin davranışını nasıl etkileyeceğine dair bilgi sahibi olmalıdır ki, en doğru ve sağlıklı kararları verebilsin.

Bu çalışmada, karmaşık bir sistemin davranışlarını öğrenmenin en iyi yolu olan “model kurma” üzerinde durulmuştur. Yönetim için bir sistem analizi metodu olan, Forrester’in ortaya attığı “sistem dinamiği” yaklaşımı yardımıyla, örnek problem olarak ele alınan “Türkiye Otogaz Pazarı”nın sistem modeli kurulmuştur. Kantitatif modelleme araçlarından biri olan STELLA yazılım paketi sayesinde Türkiye otogaz pazarını oluşturan elemanlar arasındaki zamana bağlı etkileşimlerin tam olarak anlaşılması mümkün olmuştur.

Otogaz pazarının Türkiye’de yeni ve büyüyen bir pazar olması, 1998 yılında halen yapılanmakta olması ve pazarda karar verici konumda olan kişilerin sistemi öğrenme ihtiyacı içinde olmaları sebebiyle, Türkiye’deki otogaz pazarının bu tezin konusuna çok iyi bir örnek olarak ele alınabileceği düşünülmüştür. Çeşitli bölgeler ve pazarda yer alan çeşitli şirketler açısından bakıldığında sistemin farklı davranışlar gösterdiği görülmüş ve sistem, alt sistemlere ayrılarak modellenmiştir.

Simülasyon deneyleri yardımıyla, pazar modelindeki parametrelerin duyarlılık analizleri yapılarak modelin anlamlılığı incelenmiştir. Duyarlılık analizlerinin olumlu sonuçlar vermeleri üzerine, model üzerinde çeşitli senaryolar üretilmiştir. Çok Amaçlı Karar Verme yaklaşımından hareketle, sistemin bu senaryolar altında göstereceği olası alternatif davranışlar için ayrı ayrı strateji geliştirilebileceği sonuç ve öneriler bölümünde tartışılmıştır.

SUMMARY

In the past, since business systems were not so large and complex accounting, production, marketing, finance, human relations, and economics have been taught and practiced as if they were separate, unrelated subjects; only in the topmost managerial positions do managers need to integrate the separate functions. As business systems become so large and complex, a knowledge of the “parts taken separately and brought together in the top management” is not sufficient anymore. In this mean, system analysis is the most effective and adequate approach to understand and investigate business system behaviour.

In complex systems it is very important that decision makers understand the problems they are confronted with exactly. These problems are mostly “socio-economic problems” with a large scale, including human element, feed-back causality and non-linear relations. Dealing with these “unstructured problems” the first thing decision makers should do is learning the system behaviour as well as possible. S/he has to know how different parameters in the systems effect the system behaviour, so that s/he can make right and healthy decisions.

In this study it is dwelled on “modelling” which is the best way to learn behaviours of a complex system. Under the auspices of Forrester’s “system dynamics”, as used here which is a method of systems analysis for management, the system model of “Turkish Autogas Market” is made. With the help of STELLA software, one of the quantitative modelling tools, a better grasp of the time-varying interactions between the major elements of the Turkish autogas market is possible.

The autogas market in Turkey is a new and growing market which was still unstructured in 1998 and people who are in decision making positions need to learn the system, so the Turkish autogas market is considered as a good application area for this study. It has been realized that the system behaviours are different in different regions for different companies in the market, and therefore the system is modelled with its sub systems.

Under the auspices of simulation experiments, validity of the model is tested by performing sensitivity analyses on model parameters. Owing to sensitivity analyses’ positive results, different scenarios are experimented on the model. In view of multicriterial decision making approach, system’s alternative behaviours under those scenarios and the alternative strategies for them are discussed in the conclusion part of the study.

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

Günümüz toplumlarında, ilişkilerin her geçen gün daha karmaşık hal aldığı gözlemlenmektedir. Buna paralel olarak, mal ve hizmet üretmek için örgütlenmiş olan işletmeler, diğer tüm organizasyonlar gibi daha karmaşık bir yapıya bürünmektedirler.

Karmaşık yapıdaki sistemleri incelemek için seçilen yaklaşımın türü, incelemelerin anlamlılığı açısından son derece önemlidir. Bu çalışmada; örnek olarak ele alınan bir sistemin dinamik bir modeli kurularak, sistem simülasyonu yaklaşımının politika ve strateji geliştirilmesinde nasıl kullanılabileceği işlenecektir.

Çalışmanın ilk bölümünde yapılandırılmamış problemlerin özellikleri anlatılacaktır. Nitekim, karmaşık sistemlerde karar verici konumunda bulunan insanların, yüz yüze geldikleri problemler genellikle “yapılandırılmamış problemler” olarak da adlandırılan, büyük ölçekli, insan faktörünü içeren, geri beslemeli nedensellikleri ve doğrusal olmayan ilişkileri bünyesinde barındıran sosyo-ekonomik problemlerdir.

Karar vericilerin karmaşık sistemler içinde en doğru ve en sağlıklı kararları alabilmeleri için öncelikle, sistem yaklaşımı prensibi ile içinde bulundukları durumu tüm yönleriyle anlamaları ve öğrenmeleri gerekmektedir. Bu çalışmanın ikinci bölümünde öğrenen organizasyonlar ve öğrenmenin en iyi yolu olan “model kurma” üzerinde durulmuştur, simülasyonun öğrenmeye yardımları anlatılmıştır.

Bölüm 4’de, zaman içinde değişken yapı gösteren işletme sistemlerini inceleyebilmek için gerekli olan “dinamik model” kavramı açıklanmıştır. Bu tür modellerin kurulmasında çok etkin olan, Forrester’in 1961 yılında ortaya attığı ve endüstriyel dinamikler olarak adlandırdığı sistem dinamikleri modelleme yaklaşımı tanıtılmıştır.

Beşinci bölümde, sistem dinamiğinin yazılım paketlerinden biri olan STELLA hakkında kısaca bilgi verilmiştir, nitekim ilerleyen bölümlerde örnek sistem olarak seçilen “Türkiye Otogaz Pazarı”nın sistem modeli bu yazılım sayesinde kurulmuştur.

Altıncı bölümde, otogazın dünyada ve Türkiye’de kullanımı hakkında bilgi verilmiş, pazarın dinamiklerini etkileyen faktörlerin anlatılmasıyla sistemin ne kadar karmaşık olduğu gösterilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, bu pazarın Türkiye’de henüz çok yeni olduğu ve pazarda faaliyet gösteren şirketlerin karar verici pozisyonlarında bulunan insanların, öğrenme aşamasında oldukları gerçeği vurgulanmıştır.

Bu gerçekten hareketle, karar vericilerin sistem yaklaşımı prensibi ile, pazarın dinamiklerini anlama ihtiyaçlarına cevap vermeye çalışılmıştır. Yedinci bölümde, kantitatif modelleme araçlarından biri olan STELLA yazılım paketi sayesinde Türkiye otogaz pazarını oluşturan elemanlar arasındaki zamana bağlı etkileşimlerin tam olarak anlaşılması amaçlanmıştır.

Sekizinci bölümde, kurulan dinamik model üzerinde farklı işletme politikalarının sisteme olan etkileri, çeşitli karar değişkenlerinin değerlerinin değiştirilmesi aracılığıyla test edilmiştir. Pazarın gelişimine uygun olarak ileriki yıllarda negibi dış etkenlerin ortaya çıkabileceği tartışılmış, çeşitli senaryolar üretilmiştir. Bu senaryolar altında sistemin davranışlarının nasıl değişeceği ortaya konulmaya çalışılmıştır. Son olarak tezin geliştirilmesine yönelik yapılabilecekler anlatılmış, çok amaçlı karar verme yaklaşımıyla bu senaryolar için alternatif stratejiler geliştirilebileceği ve bunlar arasından seçim yapılabileceği konusunda önerilerde bulunulmuştur.

2. YAPILANDIRILMAMIŞ PROBLEMLER

2.1. Yapılandırılmamış Problemlerin Özellikleri

Yapılandırılmamış problemler genel olarak, karmaşık, elemanları arasında doğrusal olmayan ilişkiler bulunan, büyük ölçekli ve genellikle insan faktörünü de içeren problemlerdir. Karmaşık bir sistemin elemanları arasındaki doğrusal olmayan bu ilişkilerin zaman içinde değişerek problemin yapısını da değiştirdiği görülmektedir, nitekim bu tip problemlerde değişkenler birbirleri ile geri beslemeli nedenselliğe dayanan etkileşimler içindedir. Karmaşık sistemlerde anlık olarak çözümlenen sorunlar, ilerleyen safhalarda yeni ve hatta daha büyük sorunlar yaratacak şekilde karar vericinin karşısına çıkabilmektedir.

Klasik Yöneylem Araştırması Teknikleri, yapılandırılmamış problemler için yetersiz kalmaktadır. Konuya sistem analizi yöntemi ile yaklaşmak şarttır. Yöneylem araştırması genelde yapısı kolay anlaşılan ve kantitatif tekniklerin etkin olduğu operasyonel ya da faaliyet planları düzeyinde kullanılırken, sistem analizi problemin tam olarak tanımlanamadığı, ya da çok karmaşık yapıda olduğu ve matematiksel olarak ifade etmenin büyük sorunlara yol açtığı, politika ve stratejik planlar düzeyinde kullanılmaktadır.

Yapılandırılmamış problemlerde, tek bir alanda bilgi sahibi olarak çözüme ulaşılması mümkün değildir. Farklı disiplinlerin bir araya gelmesiyle oluşmuş sistemler söz konusudur ve elemanlar arasındaki ilişkiler bu farklı disiplinlerin teorileriyle açıklanabilir.

Yapılandırılmamış problemlerin hemen hepsinde birden çok amaç bulunmaktadır. Çok amaç kullanılmasının sebeplerinden ilki, stratejik planlamada birbirleriyle ilişkisiz bir

çok amacın gözönüne alınmasının gerekliliği; ikincisi ise karmaşık yapı içinde, birbirleriyle ilişkileri olsa da, ilişkilerin belirlenmesinin son derece güç olması sebebiyle alt amaçların daha kapsamlı tek bir amaç altında toplanamamasıdır. Bu durum karşısında problemin alt problemlere ayrılarak ayrı ayrı çözülmesi ve bu çözümlerin bir araya getirilmesi yoluna gitmek düşünülebilir ama yapılandırılmamış problemlerde bu şekilde bir yaklaşımın, doğru sonuç vermesi çok zordur. Çünkü bu tür bir yaklaşım için alt problemler arasında bağların çok az olması ve her alt problemin yapısının tam olarak anlaşılması gereklidir ki, bu da yapılandırılmamış problemlerin karmaşık özellikleri söz konusu olduğunda yerine getirilmesi neredeyse imkansız bir şart olarak kendini gösterir. Neticede yapılandırılmamış problemlerde sistem birbirini etkileyen alt sistemlerin bir bütünü olarak ele alınması gerekmektedir.

Dolayısıyla, yapılandırılmamış problemler ile karşı karşıya olan kişilerin sağlıklı karar verebilmeleri için disiplinlerarası olma özelliğini taşıyan ve bütünsellik ilkesini temel alan “sistem yaklaşımı prensibi”nin vazgeçilmez bir önemi vardır.

2.2. Sistem Yaklaşımı Prensibi

Genel sistem teorisinin amacı, farklı bilimsel disiplinler arasındaki benzerlikten faydalanarak, kompleks organizasyonların teorilerinin geliştirilmesi için temel oluşturmaktır.

Sistem yaklaşımı prensibinin daha iyi anlaşılması için ilk olarak, önde gelen sistem teorisyenlerinin sistem kavramına ilişkin yaptıkları tanımlara bakmakta fayda vardır (*Tarım, 1991, s.5-6*) :

Miller (1971) – Sistem, aralarındaki ilişkilere bağlı olarak etkileşimde bulunan birimler kümesidir.

Hall ve Fagen (1956) – Sistem objeler arasında ve objelerin nitelikleri arasında varolan ilişkilerle, objelerin oluşturduğu kümedir.

Bertalanffy (1956) – Sistem aralarında ilişkiler olan birimler kümesidir.

Rapoport (1968) – Sistem: (1) sonlu veya sonsuz büyüklükte bir küme oluşturan varlıkları, (2) bu varlıklar arasında tanımlanan ilişkileri, (3) bu ilişkilerden sistemin

davranışlarına ya da geçmişine ilişkin çıkarımlarda bulunmanın veya diğer ilişkileri tanımlamanın mümkün olduğu halleri kapsar.

Buckley (1968) – Sistem, nedensellik özelliği gösteren şebekelerde, birbirleriyle doğrudan veya dolaylı olarak ilişkide bulunan parçalar veya elemanların öyle bir kompleksidir ki, bu parçaların en azından bazıları diğerlerine herhangi bir anda kararlı bir yapıda bağlıdır.

Ackoff (1960) – Sistem birbirlerine bağlı parçalardan oluşan kavramsal veya fiziksel varlıklardır.

Yukarıda verilen tüm tanımlarda ilk olarak göze çarpan, “bütünlük” kavramının açık şekilde belirtilmiş olmasıdır. Bu kavram, “küme”, “kompleks” gibi kelimelerin kullanılmasıyla tanımlamalara dahil edilmiştir. Diğer bir özellik ise “birbirleriyle ilişkide bulunan parçalar”, “objeler arasındaki ilişkiler” , “etkileşimde bulunan birimler”, “birbirlerine bağlı parçalar” gibi iç ilişkilerin ve etkileşimlerin varlığını gösteren ifadelerin tanımlamalarda yer almasıdır.

Sistemin bütünlük ve iç ilişkiler olarak özetlenebilecek bu iki özelliğinin yanı sıra “obje”, “birim”, “varlık”, “parça”, “eleman” gibi kelimelerle ifade edilen üçüncü bir özelliği, diğer iki özellik kadar açık olmasa da, temel özelliklerden bir tanesidir. Bu üçüncü özelliği alt sistemler kavramı altında toplamak hatalı olmaz. Belirtilen bu üç özellik çerçevesinde sistem, etkileşimde bulunan alt sistemlerin bütünüdür şeklinde tanımlanabilir.

Bir şehrin sorunlarının incelendiği bir problemi uzmanlar şehrin ekonomik sistemini, enerji sistemini, haberleşme sistemini, ulaştırma sistemini, atık ve kanalizasyon sistemini, eğitim ve kültür sistemini modelleyerek ele almaya çalışırlar. Bu modellerin her biri birbirinden ayrılmış görünse de aslında etkileşim içindedirler. Genel sistem teorisi, bütün bu modellerin birlikte ele alınması gerektiğini ileri sürmektedir.

Bir şehrin sorunlarına en sağlıklı yaklaşım, işte bu bütüncüllük ilkesinin ve disiplinlerarası olma özelliğinin esas alındığı “sistem yaklaşımı” prensibi sayesinde gerçekleştirilebilir. “Genel sistem modeli” kavramından, sistemin genel bir modeli anlamı çıkarılmalıdır. Herhangi bir modeli tanımlamak için genel sistem teriminin kullanılması hatalıdır. Şehrin ulaşım, ekonomi, enerji, haberleşme gibi sistemlerini birlikte ele alan sistem, genel sistem değil şehir sistemidir. Hatta şehir ve çevresini

birlikte ele alan sistem de genel sistem değil bölgesel sistemdir. Bu yaklaşımı daha ileri götürüp, ülkesel, uluslararası, evrensel sistemlere ulaşmak mümkündür. İyi bir karar verici ilgilendiği problemin bütün içindeki yerini görebilmelidir.

Sistem yaklaşımı ile ilgili olarak STELLA yazılım el kitabında verilen örnek hayli ilginç ve dikkat çekicidir. Kitapta, gerçekten m kemm l olarak tanımlanabilecek bir basketbol oyuncusunun özellikleri üzerinde düşünülmesi istenmiştir. Bu soruya verilen cevap genellikle üstün taktik becerilerinin sıralanmasından (top sürme, sma , pas verme, ribaunta yükselme vs.) oluşmaktadır. Oysa, “m kemm l basketbolcu” olarak tanımlanan insanların büyük bir bölümünün bu tip taktik becerilerinin öyle üstün sayılabilecek bir düzeyde olmadığı, ama “saha duygusu” diye adlandırılabilir başka bir becerileri olduğuna dikkat çekilmektedir. Saha duygusu denen özellik, koçlar tarafından  ğretilmeyecek bir özelliktir. Bu özelliğe sahip oyuncular sahada herkesin nerede olduğunu anlık olarak bilebilmektedirler, böylece bakmadan pas atabilmekte, ve topu baskıdan ka ırabilmekte veya karşı tarafın hücum atağını bozabilmektedirler. Saha duygusu, bütünün hissedilmesidir ve m kemm l oyuncuları iyi oyuncularından ayıran bir özelliktir. (*Stella Software El Kitabı, 1996*).

Sistem yaklaşımı ise herhangi bir problem karşısında bu “saha duygusunun” kullanılmasını ve olayları birbirini etkileyen parçaların bir bütünü olarak görmeyi gerektirir.

2.3. Yapılandırılmamış Problemlerde Kestirim mümkün müdür?

"Gelecek önceden tahmin edilemez. Edilebilse bile bizler bu kehanetlere göre faaliyete geçmeye kalkışmayız..." (*Geus, 1992*).

İnsanların çoğu yukarıdaki tezi olgun tartışmalarda, akademik ortamlarda kabul etmektedirler. Ancak gerçek hayatta kehanetlere şaşırtıcı boyutlara varan bir ilgi gösterirler. Hepimiz gelecek ile ilgili bazı belirliliklere sahip olmayı öylesine arzularız ki; çoğumuz değer yargılarımıza bile karşı koyarak, gelecek ile ilgili önceden bilgi alabilmeyi talep ederiz.

Her talebin kendi arzını doğurduğu gerçeğinden hareket edilirse, günümüzde dünya çapına yayılmış muazzam bir endüstrinin varlığı şaşırtıcı olmaktan çıkar. Bu endüstride falcılardan, astrologlardan başlayıp planlamacılara ve akademisyenlere kadar uzanan, gelecek hakkında bilgi sağlayan bir çok tedarikçiyi bulmak mümkündür (Geus, 1992).

Söz konusu endüstride kulağa hoş gelmeyen sözcükler kullanılmayıp, kavramlar üstü örtülü olarak daha kibar ve bilimsel şekillerde ifade edilmektedirler. Artık, "kehanet" kelimesinin yerine "bilimsel tahmin" veya "kestirim" ifadesi kullanılmakta; müşterilere ürün olarak sayfalar dolusu, kaliteli kağıda basılmış, grafikler içeren ve teknik lisan kullanılarak yazılmış dökümanlar sunulmaktadır. Müşterilerin büyük bölümünü oluşturan firma yöneticileri bu çalışmalarını satın almaktan memnun görünse bile, karar verme yetki ve sorumluluğunda olan kişilerin genellikle söz konusu dökümanları tam anlamıyla okudukları söylenemez.

Kısacası, hoş bir şekilde müşteriye sunulmuş olan ve "geleceğin tahmini"ni içeren bu dökümanların pek bir değeri yoktur; çünkü gerçekten sorumluluk almış insanların pek azı karar verme aşamasında burada yazılı olan bilgileri dikkate almaktadırlar - her ne kadar ilk aşamada kendileri bu çalışmalarını istemiş ve hatta karşılığında ciddi paralar ödemiş olsalar bile...

İleriyi tahmin teknikleri şu şekilde sınıflandırılabilir (Ülengin ve diğ., 1997):

"İleriyi tahmin teknikleri genel olarak sayısal (kantitatif) ve sayısal olmayan (kalitatif) teknikler olmak üzere ikiye ayrılabilir. Sayısal teknikler de kendi içlerinde nedensellik ilişkisine dayanan yöntemler ve zaman serisi analizleri olmak üzere ikiye ayrılır. Nedensellik ilişkisine dayanan metodlarda, gelecekte alacağı değerlerin ne olacağı bulunmak istenen değişkeni etkileyen açıklayıcı değişkenler bulunur. Bu açıklayıcı değişkenlerdeki değişmelerin açıklanan değişken üzerindeki etkisi ölçülür. Örneğin bir ürünün satışları tahmin edilmek isteniyorsa, ürünün fiyatı, rakip ürünlerin ve tamamlayıcı ürünlerin fiyatı, pazar büyüklüğü ve tüketicilerin gelir düzeyleri potansiyel açıklayıcı değişkenlerdir. Nedensellik ilişkilerine dayanan tahmin teknikleri regresyon analizi ve ekonomik modellerdir.

Zaman serisi analizlerinde ise açıklanan değişkenin (gelecekteki değerleri tahmin edilmek istenen değişkenin) geçmiş değerleri ile arasındaki ilişkiler formüle edilir. Çok değişkenli zaman serisi analizlerinde de açıklanan değişken ve bu değişkenle yakından ilgili değişkenlerin hem kendi geçmiş değerleriyle ilişkileri formüle edilir.”

Açıklamalardan da görüldüğü üzere nedensellik temeline dayalı olan regresyon ve ekonometrik modellerde olduğu kadar, zaman serisi yöntemlerinde de temel varsayım “geçmişteki ilişkilerin gelecekte de değişmeyeceği varsayımdır. Ancak bu varsayım, yapılandırılmamış problemler için kabul edilebilecek bir varsayım değildir. Çok yakın bir gelecek için bu varsayım kısmen doğru olsa bile, tahmin ufku geliştikçe bu varsayımın doğruluğu hızla azalmaktadır.

Modern bilgisayarların iş hayatına girdiği yıllardan itibaren firmalara geleceğe yönelik tahminler tedarik eden kaynaklar, ürün yelpazelerine "model"leri de katmışlardır. Bilgisayar bazlı modeller müşterilere çok çekici görünmektedirler. Çünkü bu paketler, insanların problemin değişkenleri arasındaki etkileşimler hakkında sahip oldukları tüm bilgileri, bilgisayarın gücü ile birleştirip, gerçeği tam ve kusursuz olarak modellemeyi vaatmektedirler. Nitekim; şirketler, çeşitli piyasalar veya milli ekonomiler gibi yaşayan sistemler için güvenilir tahminler üretmek üzere hazırlanmış bir modelin şu iki özelliğe sahip olması şarttır.

1. Model kesinlikle tam olmalıdır.
2. Gerçeği kusursuz olarak temsil etmelidir.

Gerçekten de bulunduğu sistemde karar verici konumunda olan bir yönetici, organizasyon ile ilgili bir problemin çözümünde, kendisine sunulmuş bir paketin bu iki unsuru sağladığına güvenmiyorsa, strateji geliştirirken veya faaliyet planı yaparken söz konusu modelin ürettiği tahminleri dikkate almayacaktır.

Buradan çıkan sonuç, geleceği ön görme (kestirim) amacıyla hazırlanan modellerin hiçbir zaman işe yaramayacağı yönündedir. Çünkü yukarıda belirtilen unsurların, yapılandırılmamış problemleri temsil etmek üzere hazırlanan modeller tarafından tam anlamıyla karşılanması mümkün değildir. En basit organizasyonel sistemde bile o kadar

çok sayıda iç ve dış etmen ve bunların arasındaki karmaşık ilişkiler sözkonusudur ki (hatta sürekli olarak aralarına yenileri eklenmektedir); model asla tamamlanamayacaktır.

Nitekim, Peter Senge adlı bir danışmanın "Liderlik ve Uzmanlık" konulu bir seminerinde yaşananlar bunu doğrulamaktadır (*Senge and Sterman, 1992*). Seminerde katılımcılardan, basit bir tek-ürünlü üretim fabrikası olan Milwaukee firmasını modellemek amacıyla sistemdeki bütün önemli değişkenleri ve bunların arasındaki ilişkileri listelemeleri istenmiştir. Yarım saat sonra yerden tavana kadar bütün tahtanın dolduğu ancak katılımcıların bu basit firmayı ve çevresini temsil etmekten henüz çok uzak oldukları görülmüştür.

Yapılandırılmamış problemlerde yer alan çok sayıda iç ve dış etmen ve bunların arasındaki karmaşık ilişkiler zamana bağlı olarak da değişmektedir. Buna bağlı olarak ilgilenilen sistemin yapısı da zaman içinde değişmektedir. Bu durumda uzun vadeli kestirimlerin doğru sonuçlar vermeyeceği çok açıktır.

Yapılandırılmamış problemlerde kestirim yapılması ile ilgili olarak pratikte görülen bu zorluğun ötesinde, kestirim modellerinin karar verici için tam ve kusursuz bir şekilde gerçeği yansıtan bir model olarak görülemeyeceğine dair teorik sebepler de mevcuttur. Çünkü yaşadığımız hayatta gözlemlerin gerçekliği, gözlemcinin konumuna doğrudan bağlıdır. Bu da, karmaşık sistemlerde, yönetici için güvenilir bir kestirim yapmayı imkansız hale getirmektedir.

2.4. Karar Vericinin Rolü

Bu bölümün başında, yapılandırılmamış problemlerin özellikleri anlatılırken, yöneylem araştırması tekniklerinin, yapılandırılmamış problemler için yetersiz kaldığı ve konuya sistem analizi yöntemi ile yaklaşmasının şart olduğu belirtilmiştir. Yöneylem araştırması genelde yapısı kolay anlaşılan ve kantitatif tekniklerin etkin olduğu operasyonel ya da faaliyet planları düzeyinde kullanılırken, sistem analizi problemin tam olarak tanımlanamadığı, ya da çok karmaşık yapıda olduğu ve matematiksel olarak ifade

etmenin büyük sorunlara yol açtığı, politika ve stratejik planlar düzeyinde kullanılmaktadır.

Eğer problem yöneylem araştırması teknikleri ile çözülebilecek kadar basit ve belirgin bir yapıda olsaydı, karar vericiye çok fazla gerek duyulmazdı. Daha doğrusu, bir uzman tarafından doğru olarak hazırlanacak yöneylem paket programları sayesinde ortaya şüphe götürmeyecek sağlıklı sonuçların çıkması sağlanabilirdi ve bu sonuçlara göre hareket eden kişiler muhtemelen aynı operasyonel kararları alırlardı. Oysa yapılandırılmamış problemlerde karar vericinin değer yargıları büyük önem taşımaktadır.

Karar verme ile ilgili yaklaşımların çoğu “değerlerin yargılanması”nı ve “gerçeğin sorgulanması ile ilgili yargıların geçerliliğinin araştırılması”nı birbirinden ayırırlar. Her zaman bu farkı belirlemek mümkün olmasa da sistem analizi de bu ayrımı yapmaya çalışır. Yaklaşımlar arasındaki fark, yargıların sistem analizi için değişken durumundayken, diğer karar alma yaklaşımları için analizde girdi durumunda bulunmasıdır. Çoğu rasyonel karar yaklaşımları, problemlerdeki değerlerin yargılanma ve gerçeğin sorgulanması ile ilgili yargılama aşamalarından geçerek, tündengelim ile sonuca gitmeye çalışırlarken; sistem analizi yaklaşımı, “analizin karar vericinin daha doğru yargılama yapmasını sağlamak için varolduğu” gerçeğini savunur.

Sistem analizinin etkin kararların belirlenmesindeki başarısının temelinde yatan analizden çok bir sentez yaklaşımı göstermesidir. Analizler, alternatif kararların belirlenen amaçlar doğrultusunda etkinliklerini saptayarak karar alma aşamasında olumlu rol oynarken; bunun yanında amaçların veri yerine değişken olarak kabul edilmesi, daha gelişmiş alternatiflerin ortaya konmasına imkan verir.

Nitekim Enthoven’in sistem analizini tanımlayışı şöyledir (*Tarım, 1991*):

“Sistem analizi, karar verici ile sistem analisti arasında sürüp giden bir diyalogdur. Bu diyalogda, karar verici alternatif çözümler istemekte, kimi çözümleri elemek için karar vermekte, değerleri yargılamakta ve politika kararları vermekte; analist ise bu süreçte kararın verileceği çerçeveyi berraklaştırmaya çalışmakta alternatifleri ve kriterleri

tanımlamakta, alternatif hareket şekillerinin maliyet ve etkinlik ölçülerini olabildiğince açık olarak ifade etmektedir.”

Tüm bu açıklamalardan da anlaşılacağı gibi, yapılandırılmamış problemlerde sistem analizi, karar vermek için kullanılan bir teknikten çok, karar vericiyi kararlar hakkında bilgilendirme, yeni bilgiler türetme ve bu türetilen bilgileri açık olarak ortaya koyma sürecidir. Sistem yaklaşımı prensibine göre bu bilgilerin özelliği, karar vericiyi vereceği kararın tüm boyutlarını görmeye yöneltmesidir. Bir karar verme kuralı yerine, bilgi işleme aracı olan sistem analizi, karar vericinin analitik süreç içinde yer almasını gerekli görmektedir. Karar verici ve analist, süreç içinde birbirlerine bağımlıdırlar; analist karar vericiye analizin anlamlılığı ve yararlılığı bakımından ihtiyaç duyarken, karar verici analiste alternatif kararların sonuçlarını ve etkilerini öğrenebilmek için gereksinim duymaktadır.

2.4.1. Karar Vericinin Sistemi Algılaması

Yapılandırılmamış problemlerde karar vericiden stratejik ve politik düzeyde karar vermesi beklenir. Stratejik ve politik düzeyde sağlıklı karar verebilmek için en önemli şart, kararı belirleyen yapının tam olarak anlaşılması gerektiğidir.

Yapının tam olarak anlaşılması karar vericiye ilk olarak, problemi tüm boyutlarıyla görme imkanı sağlar. Karmaşık bir sistemin politik düzeyindeki kararlarında analiz, tek başına karar verilmesini sağlayamaz. Karar yetki ve sorumluluk sahibi kişi tarafından verilir, ve analiz sonuçları karar verici için sadece bir girdi durumundadır. Girdi durumunda olan bu analiz sonuçları dikkate alınması gereken tüm faktörleri toplu olarak karar vericinin incelemesine sunduğu için hatalı karar çıkma olasılığını azaltmaktadır.

İkinci olarak, sistemin karar verici tarafından algılanması, alternatif sistemlerin değerlendirilmesinde hangi analitik tekniklerin daha uygun olacağını göstermektedir. Son olarak, hedefler ve sistemler arasındaki ilişkileri daha iyi anlayarak alternatifleri geliştirme şansına sahip olunmaktadır.

2.4.2. Öğrenmenin Önemi

Karar vericilerin, kendilerinden kendi sorumluluk alanlarındaki bir problem ile ilgili karar vermeleri ve bu kararı faaliyet planlarına angaje etmeleri beklenirken, başka birisi tarafından yaratılmış herhangi bir analizin doğruluğunu kabul etmeye eğilimli olmadıkları görülmektedir. İnsanlar, (sadece yöneticiler değil) harekete geçerken kendi dünyaları ile ilgili olarak sadece kendi algılama biçimlerine güvenmektedirler. "Kendi kararımı kendim veririm" prensibi, kendi hayatlarının sorumluluğunu taşıyan insanlar için çok evrensel bir prensiptir, söz konusu olan ister iş hayatı ister özel hayat olsun....

Bu durumda karar vericinin, sistem analizi sonuçlarını sistemin yapısını algılama ve sistem davranışlarını öğrenme amacıyla kullandığı sonucuna varmak yanlış olmayacaktır.

Yapılandırılmamış problemler ile karşı karşıya olan yöneticiler, harekete geçmek için gerekli olan belli bir düzeydeki görüş birliğini sağlamak üzere “öğrenme-temelli” bir planlama yaklaşımı oluşturmaya çalışmalıdırlar. Çünkü öğrenen bir organizasyon, sistem düşüncesine önem veren; diğer bir deyişle mevcut gerçeği olası gerçekler içindeki seçeneklerden ancak bir tanesi olarak gören ve dolayısıyla öngörülü davranıp durumu kendi yararına uygun şekilde değiştirmeye çalışan karar vericilerden oluşmaktadır ve ancak öğrenen organizasyonlar yapılandırılmamış problemler karşısında doğru planları uygulayabilmektedirler.

Nitekim planlama, yöneticilerin nerede olduklarını, nereye gitmek istediklerini, oraya nasıl gideceklerine ilişkin inançlarını ve süreç içinde gerçekten oraya gitmek isteyip istemediklerini keşfettikleri bir süreç haline dönüştürülmelidir. Bu dönüşüm için, içinde bulunulan karmaşık sistemin yapısı çok iyi algılanmalı ve öğrenen organizasyon mantığı ile sistemin değişen davranışların uygun strateji geliştirilmelidir.

3. ÖĞRENEN ORGANİZASYONLAR

3.1. Öğrenme Süreçleri

Çok başarılı bazı şirketlerin rekabet güçlerinin azalması ve çöküşü, organizasyonel değişimi ve dönüşümü gerektirmiş ve organizasyonel öğrenme kavramına ilgi artmıştır. Organizasyonel öğrenme, performansı deneyime dayanarak geliştirmek için, organizasyon içinde bulunan kapasite ve süreçlerdir. Burada, organizasyonların üretirken öğrendikleri varsayımı yapılmaktadır, dolayısıyla üretim sistemleri öğrenme sistemleridir.

Öğrenme sürecine giren bir kişi ya da grup temelde tekrarlı bir dizi faaliyeti gerçekleştirir. Bu döngü basit olarak şu şekilde ortaya konabilir (*Ülengin ve diğ., 1997*):

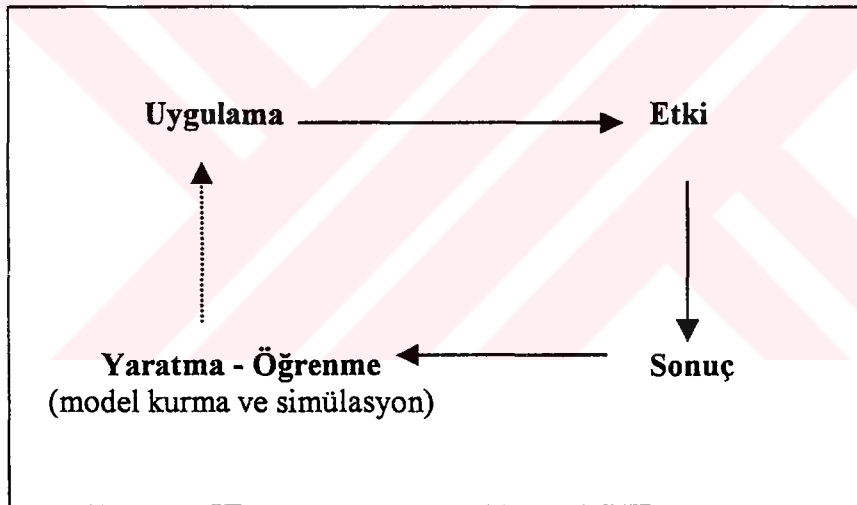
- Faaliyet sonuçlarının geri beslemesinden hareket ile deneyim ve tecrübe kazanmak;
- Deneyim ve tecrübeleri sindirip gözden geçirmek;
- “Dünyanın nasıl işlediği”ne dair çıkarımlar yapmak;
- Yeni adımlar planlamak ve önlemler almak, hareket tarzını belirlemek.

Dış dünyaya ilişkin bilgi faaliyet sonuçlarından hareketle deneyim kazanma aşamasında elde edilir. Söz konusu bilgi, gözden geçirme aşamasında işlenir ve sonuç çıkarım aşamasında dünyaya ilişkin “bilişsel haritalar”a dönüştürülür. Bu haritalar hareket tarzını, hareket tarzı da sonuçta yeniden geri beslenen bilgiyi belirler. Bu şekilde öğrenmenin bir çevrimsel süreç olarak ele alınması, başta da belirtildiği gibi, üretim sistemleri ile öğrenme sistemlerinin içiçe düşünülmesini gerektirir.

Ne var ki, bazı büyük ölçekli karmaşık problemlerde deneyimler yardımıyla öğrenme süreci hem zaman kaybına sebep olmakta, hem de geri dönüşü imkansız sonuçlar doğurmaktadır.

İş dünyasında “öğrenme”; şirketin yönetim grubunun şirkete, şirketin hizmet verdiği pazarlara ve rakiplerine ilişkin olarak sahip olduğu görüşleri yansıtan “bilişsel modeller”inin değişim geçirdiği bir süreçtir. Eğer iş çevresi, bir organizasyonun doğal tepki hızından daha hızlı geliyor ise, hızlandırılmış öğrenme yöneticiler için, istedikleri sonuçları yaratma becerisi sağlama aracı olarak kullanılabilir.

Yaratma-bazlı öğrenme süreçleri, hem zamana karşı avantaj sağlayacak, hem de risk faktörünü azaltacaktır. Yaratma- bazlı öğrenmenin çevrimsel süreci Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Yaratma bazlı öğrenme için gerekli koşullar
(Stella Software El Kitabı, 1996, s.7)

3.2. Öğrenme Amaçlı Model Kurma ve Simülasyonun Öğrenmeye Faydaları

Önceki bölümlerde sadece yöneticilerin değil tüm insanların, herhangi bir konuda faaliyete geçerken kendi dünyaları ile ilgili olarak sadece kendi algılama biçimlerine güvendiklerinden söz edilmişti. Karar verici konumundaki insanların, konularında uzmanlıklarını kanıtlamış olan analistlere dahi körü körüne güvenmedikleri, onların elde

ettiği sonuçlara bire bir bağlı kalarak karar vermedikleri anlatılmıştı. Sözkonusu olan ister özel hayat olsun, ister iş hayatı; kendi hayatlarının sorumluluğunu taşıyan insanlar için "kendi kararımı kendim veririm" prensibi, çok evrensel bir prensiptir.

Yine önceki bölümlerde, yapılandırılmamış problemlerde ileriye tahmin etmeye yönelik çalışmaların sağlıklı sonuç vermeyeceği, karmaşık sistemlerde kestirim yapılamayacağı gerçekleri üzerinde durulmuştu. Eğer gelecek tahmin edilemez ise, modeller kehanette bulunmak için uygun araçlar değilse ve eğer yöneticilerin başkalarının tahminlerine göre hareket etme şansları yok denecek kadar az ise, "Şirket yönetiminde modellemenin rolü nedir?" sorusu nasıl cevaplandırılabilir? Bu noktadan sonra çalışmalar, "yöneticinin dünyasını değiştirmek" kavramı üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Modeller ve bilgisayar bazlı modelleme yöntemleri, yöneticilerin "kendi kararlarını kendilerinin vermeleri"nde önemli roller oynayabilmektedir.

Bu aşamada söz konusu olan, modellemenin tamamen farklı bir kategorisidir. Artık bir akademisyenin veya planlama şirketinde çalışan birisinin yaptığı tahmin modelleri değil; şirket içinde karar vericilerin kendileri tarafından hazırlanan veya tamamen onların görüşleri doğrultusunda yine şirket bünyesinde hazırlanan temsili modeller konuşulmaktadır. Burada amaç, karar vericilerin kendi algılama biçimlerini baz alarak onlara kendi dünyalarının temsili bir modelini sunmak; ve bu sayede karar vericilerin meydana gelebilecek sonuçlardan korkmadan sistem üzerinde simülasyon yapmasını veya başka bir deyişle "oyun" oynamasını sağlamaktadır.

Çocuklar üzerinde yapılan araştırmalar bile göstermiştir ki; gerçek dünyanın temsili modelleri ile oynamak suretiyle çocuklar, dünyayı algılama biçimlerini değiştirmektedirler. Başka bir deyişle "öğrenmektedirler" (*Geus, 1992*).

Aynı şekilde yetişkinler de model hazırlama ve kullanma sürecinde, sistemi daha iyi ve daha doğru olarak öğrenmektedirler. Ancak ve ancak bu öğrenme aşamasından sonra, meydana gelecek sonuçların da sorumluluğunu üstlenerek gerçek hayatta yeni uygulama biçimleri geliştirebilmektedirler. Yöneticiler bu sayede, karmaşık bir sistemde değişkenlerin birbirlerini nasıl etkilediğini modellemiş oldukları için, hayata

geçirecekleri uygulamaların ne tür sonuçlar doğurabileceğinin denemesini yapma imkanı bulacaklardır.

Bu anlatılanlar insan beyninin çalışma prensiplerine de tamamen uygun düşmektedir. Nörobiyoloji uzmanı David Ingvar'ın 1985 yılında yayınladığı "Geleceğin Hafızası" adlı makalesinde belirttiğine göre; insan beyninin bir bölümü sürekli olarak gelecek ile meşgul olmakta, geleceğe dair faaliyet planları oluşturmaktadır. İnsan beyni, gelecek an ve dakikalardan, gelecek saat, gelecek gün, hafta, ay, yıllara kadar olabilecek olayları sıralamaktadır. Bu sıralama esnasında sadece tek bir diziliş değil, beklenen geleceğe ait farklı dizilişler yaratmakta ve şaşırtıcı olarak bütün bu dizilişleri saklamaktadır. Yani geleceği hafızasına kaydetmektedir. Ancak bu esnada yaptığı tahmin etmek değil, çeşitli senaryolar oluşturmaktır. En basit bir örnek olarak, "tren geç varırsa, metroya binmek yerine, istasyondaki telefonu kullanarak bir taksi çağırırım; tren zamanında varırsa yarı yola kadar metroyu kullanır, geri kalan bölümü yürüyerek giderim ve kitapçının önünden geçerim ki, ilginç birşey bulursam satın alırım" şeklinde farklı senaryolar altında nasıl davranacağını hafızasına kaydetmektedir (Geus, 1992).

İşte "öğrenme amaçlı modeller" sayesinde ulaşılmak istenen nokta da budur. Sistemin çeşitli senaryolar (olası gelecekler) altında nasıl bir davranış göstereceğini öğrenmeye çalışmak ve buna uygun faaliyet planları geliştirmek amacı güdülmektedir.

3.3. Modellemenin Hedef ve Faydaları

Geçmişte bilgisayar destekli olarak hazırlanan işletme modelleri, yapısı tamamen belirlenmiş olan problemlerde tahmin, optimizasyon ya da finansal planlama yapmak amacıyla kullanılan teknik araçlar olarak algılanırlardı. Ancak gün geçtikçe, modellere daha anlamlı, daha karışık ve daha ustaca bir rol yüklenmiştir. Artık modeller, yönetim takımında stratejik düşünceyi, grup tartışmalarını ve öğrenmeyi destekleme aracı olarak kabul edilmektedir (Morecroft, 1992).

Bu anlamda hazırlanan modeller, politika üretecek kişilerin bilgisini ve zihinsel verilerini kapsamalı; kullanımı kolay cebirsel denklemler ve simülasyonlar ile kalitatif

olarak çizilebilmelidir. Modellerin amacı öğrenmeyi, sistematik düşünmeyi ve senaryo planlamayı desteklemek olmalıdır. Simülasyonlar ise tahminden çok, gelecek ile ilgili tutarlı hikayeler üretmelidir. Bu modern bakış açısıyla, modellerin ve model kurucuların konumu yenden tanımlanmaktadır. Artık modeller, teknik uzmanlar tarafından değil, karar vericiler ve politika üreticiler tarafından sahiplenilmektedir.

Öğrenme amaçlı olarak kurulan modeller, temel işlevleri itibarıyla şu şekilde değerlendirilebilirler:

- Bilgiyi kapsayan ve harekete geçiren haritalar,
- Bilgiyi süzen ve organize eden çerçeveler,
- Deney kazanma, ortak çalışma ve öğrenme amacıyla kurulan “mikro dünyalar”

“Mikro dünya” kavramı ilk olarak Seymour Papert tarafından, bilgisayar destekli öğrenme çevresini tanımlamak için kullanılmış; daha sonra sistem dinamikçiler tarafından iş dünyasına adapte edilmiştir. Günümüzde bu kavram temel olarak, stratejik değişimin bir aracı olarak görülen işletme modellerinin ve simülatörlerin biçimini ve amacını tarif etmek için kullanılmaktadır (*Morecroft, 1992*).

Modeller gerçeğin temsildir (*Tarım, 1991*). Eğer modeller gerçeğin kendisi kadar karmaşık ve kontrolü zor ise bunları kullanmanın hiç bir anlamı yoktur. Genellikle gerçeğine göre daha basit yapıda olan modeller kurulabilir ve bu modeller sayesinde olayları büyük bir kesinlikle anlayabilir ve sistem davranışlarını öngörebiliriz. Bilimsel bir modelin amacı tasvir edici olmaktan çok açıklayıcı olmaktır. Burada, açıklayıcılık modellenen bütünün parçalarındaki değişimin diğer parçaları ya da bütünü nasıl etkilediğinin belirlenebilmesi anlamındadır.

Modelleme ile farklı varsayımların ve çevresel faktörlerin etkilerini test etmek mümkün olur. Sistemin modelinde tek bir değişkeni değiştirip, diğerlerini sabit tutarak bu değişkenin sisteme olan etkileri gözlenebilir. Bu tür kontrollü deneyler ile sistemin özellikleri model sayesinde daha iyi anlaşılır.

Model yardımı ile sistemin organizasyonel yapısı ve politikalar üzerinde kontrol kurulabilir. Bu kontrolü kurma, içsel etkileşimler ile ilgilidir. Ayrıca gerçek hayatta karşılaşılan çeşitli durumların yapay olarak model üzerinde yaratılması, sisteme çevreden gelebilecek atkilerin araştırılması imkanını verir. Bu ise dışsal etkileşimler ile ilgilidir. İçsel ve dışsal etkileşimlerin anlaşılması, işletmecilik açısından büyük önem taşımaktadır. Forrester'in getirdiği, bir sonraki bölümde açıklanacak olan, sistem dinamiği modeli kurma yaklaşımı ile üretim, dağıtım, pazarlama, araştırma, yatırım ve finans yönetimi gibi birbirleriyle ilişkili birçok işletme fonksiyonunun birarada ve çeşitli durumlara bağlı olarak incelenmesi mümkün olmuştur.

Özetlemek gerekirse, öğrenme amaçlı modellerin temel hedef ve faydaları şu şekilde sıralanabilir:

- Zihinsel modelleri değiştirir; iş geliştirmeye hizmet eder.
- Öğrenme ve sezgi gücünü artırır.
- Risk almadan deney yapmaya olanak sağlar.
- Fikirleri açık ve mantıksal şekillerde ifade eder.
- Sistemin karmaşıklığını ortaya koyar.

Aslında modelleme ile yapılan, insanların zaten bildikleri şeyleri daha iyi bilmelerini sağlamaktan başka birşey değildir (*Lane, 1991*).

3.4. Modelleme Araçları

3.4.1. Temel Danışman Becerisi

Her ne kadar öğrenme amaçlı olarak kurulacak modelin, sistem analistine değil karar vericiye ait olduğu önceki bölümlerde ısrarla vurgulanmış olsa da; modelleme süreci içerisinde, yönlendirici olarak görev yapacak bir danışmanın minimum düzeyde müdahalesi eşliğinde desteğine ihtiyaç duyulmaktadır. Modeli kuracak olan karar verici kişi veya grup modelin asıl sahibidir.

Danışman rolünü üstlenecek kişilerin öncelikle çok iyi birer dinleyici olmaları ve insan ilişkilerinde çok başarılı olmaları gerekmektedir. Hızlı düşünme yetenekleri sayesinde karar vericilerin anlattıklarında herhangi bir tutarsızlık veya bir açık varsa bunu yakalamaları mümkün olmaktadır.

Danışmanlar, müşterileri konumunda bulunan ve asıl modeli kurma sorumluluğunda olan karar verici kişi ya da gruba karşı son derece objektif, ama bu kişilerin esas aldıkları varsayımların doğruluğunu sorgulayacak kadar da cesur olmak zorundadırlar.

Müşterilerinin akıllı ve entellektüel bir aynası olmayı başarabilen danışmanlar, kişilerin cümlelerini doğru algılayıp, problemin çözümüne göre söylenenleri yeniden ifade etmeyi becerirlerse, müşterilerden genellikle “evet, galiba asıl söylemek istediğim buydu” veya “sanırım bunu kastettim” gibi cümleler duyacaklardır. Bu cümleler danışmanın bu konuda yeterli olduğunun bir göstergesidir (*Lane, 1991*).

Ayrıca yönlendirici roldeki bu danışmanlar, müşterilerine doğru zamanda doğru soruları sorarak onların amaca yönelmelerini ve asıl konudan uzaklaşmamalarını sağlayabilmektedirler.

Son olarak da yapmaları gereken, grubun önceden görüşbirliğine vardığı yargıları yeri geldiğinde tekrarlamaktır. Bu sayede yanlış anlaşılmalara meydan vermemek veya sistemin bütününde bu yargıların unutulmasını engellemek mümkün olmaktadır.

3.4.2. Modelin Kavramsal İskeleti

Kavramsal iskeletten kastedilen, özel olarak model için ortaya atılmış sözlü veya yazılı sloganlardır. Bu slogan benzeri ifadeler, aslında müşterilerin düşüncelerini grup ile paylaşmalarını kolaylaştırır ya da çeşitli fikirlerin tek bir çerçevede biraraya getirilmesine yardımcı olur.

Yaratıcılığı destekleyen bu sloganların sözlü olanları, genellikle benzetmelerden oluşmaktadır: “Bu Amerikan demiryolları endüstrisine benziyor” veya “Bu kartopu etkisini yaratıyor” gibi analogiler, sözlü buluşlara örnek gösterilebilir.

Karar verici grubun yapısına göre nasıl bir tartışma ortamının yaratılmasının daha uygun olacağına, danışmanın karar vermesi gerekmektedir. Danışmanın bazan, beyin fırtınasına olanak sağlayan, farklı fikirlerin ortaya atılmasını teşvik eden, muhalif bir tartışma zemini oluşturması gerekirken; bazan da fikirleri aynı başlık altında toparlamaya olanak sağlayan, birleştirici ve uzlaştırıcı bir zemin hazırlaması beklenmektedir. İyi bir danışmanın çok iyi bir zamanlamayla, bir grup içinde hangi tip tartışma ortamının yaratılmasının daha uygun olacağını kestirmesi gerekmektedir.

Bir takım senaryoların gündeme getirilmesi de modelin kavramsal iskeleti üzerinde önemli rol oynamaktadır. Karar verici gruba “peki petrol fiyatları \$10 olursa durum nasıl değişir” şeklinde bir soru yöneltmek, kesinlikle bir tahmin amacı taşımaz, sözkonusu değişkenin sistemin bütünü içindeki yerinin tartışılmasına olanak sağlar.

Sistemin kavramsal olark modelini oluşturma aşamasında yardımcı olan yazılı yöntemlere de örnek vermek gerekirse, SWOT analizi (güçlü ve zayıf yönler, fırsatlar tehditler) en çok kullanılan yöntemlerden biridir.

3.4.3. Kalitatif Modelleme Araçları

Genel bir tanım yapmak gerekirse, bu başlık altında ifade edilmek istenen, standart sembollerin ve kontrol listelerinin kullanılması ile problemin kağıt üzerinde veya bilgisayarda temsili bir gösteriminin yapılmasıdır. Model kurma ve yapılandırma tekniklerinden bazılarının kullanılmasıyla sistemin sınırlarının, ve kavramlararası ilişkilerinin görsel hale getirilmesi amaçlanmaktadır.

Sistem dinamiği araçları bu başlık altında yer alabilir. Kalitatif modelleme için gerçekten çok uygun olan sistem dinamiği araçlarına bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak değinilecek olmasına rağmen; temel olarak şu özelliklerine dikkat çekilebilir: Sistem dinamiği araçları, zaman içinde gelişen ve değişen yapıda bir problemin dinamik yapısını ve sistemin karmaşıklığını ortaya koyar. Nedensellik ilişkisine dayanan geri beslemeli döngülerin varlığı, sistem dinamiğine konu olacak problemlerin en önemli özelliklerindendir. Grafik gösterimlerin sağladığı basit algılanırlık ile dinamik modelin

analitik yönden sahip olduğu gücün birleşimi, bu kalitatif modelleme aracını oldukça efektif bir hale getirmektedir.

Bu başlık altında verilebilecek ilginç modelleme araçlarından biri de “Manyetik Altıgenler Tekniği”dir (*Lane, 1991*). Bu teknikte çok sayıda mıknatıslı plastik altıgenler kullanılmaktadır. Bu altıgenlerin bütün yüzlerine belli bir kurala bağlı kalınmaksızın kavramlar yazılmakta, daha sonra birbiri ile ilişkili kavramlar biraraya getirilmektedir. Deneme yanılmalar ile bu altıgenlerin konumları değiştirilir ve en sonunda bütün karar verici grubun mutabık kaldığı yapının, sistem modelinin yapısını ve sınırlarını ifade ettiği kabul edilir. Bu yöntem sayesinde hangi değişkenlerin birbirleriyle ilişkili olduğu iyice öğrenilmiş ve sistemin görsel olarak zihinlerde canlandırılması sağlanmış olur.

3.4.4. Kantitatif Modelleme Araçları

Öğrenme amaçlı model kurma süreci içinde kalitatif modelleme araçlarının kullanılmasından sonra gelen aşama, kantitatif modelleme araçlarıdır. Artık sadece hangi değişkenlerin birbirleriyle etkileşim içerisinde oldukları değil, bu etkilerin sayısal ifadeleri ve zaman içindeki değişimleri de gündeme gelmektedir. Aslında standart simülasyon teknikleri, başlıbaşına kantitatif modelleme araçları olarak düşünülebilir.

Bununla birlikte, beşinci bölümde ayrıntılarıyla anlatılacak olan STELLA yazılım paketi sistem dinamiğinin en pratik yazılım paketlerinden biridir. Karar vericiler tarafından kullanımının çok kolay olmasının yanı sıra; sistemdeki somut ve soyut kavramların tamamını modele dahil edebilme özelliği ile zihinsel modelleri neredeyse kusursuz bir şekilde kantitatif olarak ifade etmeye olanak sağlaması da paketin en önemli özelliklerindendir. 1987 yılında oluşturulan bu paket, kullanıcı arayüzü itibarıyla çok kolay anlaşılır bir yapıdadır.

4. SİSTEM DİNAMİĞİ

4.1. Sistem Dinamiği Modeli Kurma

1961 yılında Forrester'in ortaya attığı "endüstriyel dinamikler" kavramı, sistem dinamiğinin başlangıcı olmuştur ve günümüzde sistem dinamiği, yönetimler için bir sistem analizi metodu olarak karşımıza çıkmaktadır.

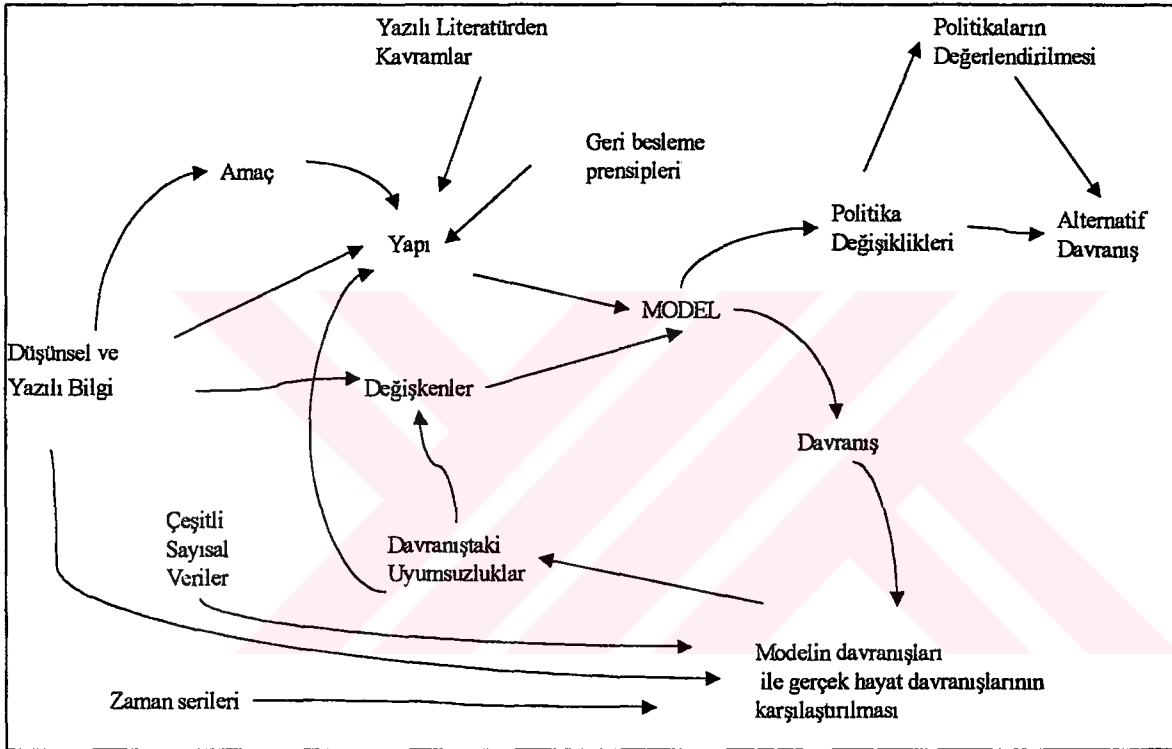
Forrester'in bu kavramı "Industrial Dynamics" adlı kitabında şu şekilde açıkladığı görülmüştür (*Tarım, 1991*):

"Endüstriyel dinamikler, kararlardaki ve eylemlerdeki gecikmeler, politikalara bağlı olarak ortaya çıkan amplifikasyon ve örgütsel yapı arasındaki etkileşimin girişimin başarısı üzerindeki etkilerini görebilmek için, faaliyetlerdeki geribildirimincin incelenmesini konu edinir. Bu amaçla, işletme, endüstri veya tüm ekonomideki bilgi, komut, para, madde, personel ve sermaye donanımı arasındaki etkileşimleri değerlendirir. Endüstriyel dinamikler pazarlama, üretim, muhasebe, araştırma ve geliştirme ile finans gibi yönetimin fonksiyonel alanlarını birleştirebilmek için uygun bir araçtır.

Endüstriyel dinamikler, örgütsel yapıyı ve politikaları, işletmenin büyümesi ve dengesi ile ilişkili olarak ele alan kantitatif ve deneysel bir yaklaşımdır."

Matematiksel modeli kurulmuş bir sistemle ilgili bilgilere kimi zaman analitik teknikler yardımıyla ulaşmak mümkün olsa da, yukarıda da değinildiği gibi endüstriyel dinamiklerin karmaşık yapısı, çok sayıda sistem eşitliği kullanılmasını gerektirdiğinden analitik teknikler çoğunlukla yetersiz kalmaktadır. Bu durumda sistem eşitliklerinin çözümü için nümerik analiz tekniklerine başvurulmaktadır. Çalışmanın konusu olan dinamik sistemlerin incelenmesi için de, matematiksel modellerin çözümünde çok etkin bir nümerik analiz tekniği olan simülasyon tekniği önerilmektedir.

Simülasyon tekniğinin sistem analizi – özellikle dinamik sistemlerin analizi - için çok uygun olmasının başlıca sebeplerinden biri sistem analizi için gerekli olan çok boyutlu etkileşimlerin modellenmesinde simülasyon tekniğinin çok esnek olmasıdır. Bir sistem dinamiği modeli oluşturulmasının aşamaları Şekil 4.1.'de görülmektedir. Bu şekilde “modelin davranışları” olarak ifade edilen kavramın aslında simülasyon sonuçları olduğu çok açıktır.



Şekil 4.1. Sistem Dinamiği Modeli Oluşturma (Forrester, 1991, s.59)

Simülasyon sonucu elde edilen sonuçlar, sistem analizi çerçevesinde rahatlıkla değerlendirilip, yorumlanabilir.

4.2. Sistem Modelleri ve Dinamik, Sosyoekonomik Problemlerin Analizi

Sistem Dinamikleri için kullanılan eşdeğerli bir ifade “Sistem Modelleri ve Dinamik, Sosyoekonomik Problemlerin Analizi”dir (Wolstenholme, 1990). Önceki bölümlerde bazılarını ayrıntılı olarak değinilmiş olsa bile, bu ifadede yer alan kavramlar üzerinden bu çerçevede bir daha kısaca geçmek gerekir.

Sistem:

Sayfa 5’de (2.2 Sistem Yaklaşımı Prensibi başlığı altında) önde gelen sistem teorisyenleri tarafından yapılan sistem tanımları verilmiş ve bütün tanımlamalarda kullanılan şu ortak ifadelerin sistemlerin belirli özelliklerini vurgulamakta olduğu sonucu çıkarılmıştı:

- “küme”, “kompleks” gibi kelimelerin sistemin bütünlük özelliğini vurguladığı;
- “birbirleriyle ilişkide bulunan parçalar”, “objeler arasındaki ilişkiler” , “etkileşimde bulunan birimler”, “birbirlerine bağlı parçalar” gibi ifadelerin sistemin iç ilişkiler özelliğini belirtmekte olduğu;
- “obje”, “birim”, “varlık”, “parça”, “eleman” gibi kelimelerin ifade ettiği özelliğin ise alt sistemler kavramı altında toplanabileceği

sonucunda sistem, “etkileşimde bulunan alt sistemlerin bütünüdür” şeklinde tanımlanmıştı.

Ne var ki bu son tanımdan, sistem kavramının tam olarak anlaşılabilmesi için alt sistem kavramının tanımlanmış olması gerekmektedir. Oysa alt sistem tanımının da salt sistem tanımına dayandığı çok açıktır. Bunun sonucunda içinden çıkılmaz bir döngü ile karşılaşılır. Aslında bu çıkmaz, verilen tanımlar için de söz konusudur. Tanımlarda kullanılan, “obje”, “birim”, “varlık”, “parça”, “eleman” gibi kelimelerin kendileri de alt sistem kavramı gibi açık değildir. Cevabı kelime oyununa dayanan bu sıkıntılı durumun üstesinden gelecek bir tanımlama yapılamamış, bütün bilimsel sistem tanımlarında bir zorlama unsuru kendini göstermiştir.

Oysa sistem en yalın haliyle “hayatın bir parçası”dır. Ve bu tanım, sistem dinamiği çalışması için kesinlikle yeterli olmaktadır.

Model:

Modeller için de birbirinden farklı tanımlamalar ve sınıflandırmalar yapılmıştır. Bunlardan bir kısmı çalışmanın “Öğrenme Amaçlı Modelleme” başlığı altında tartışılmıştır. Ancak yapılacak sistem dinamiği çalışmaları için en kısa ve öz haliyle

model, “gerçek sistemin belirli bir amaca yönelik olarak hazırlanmış temsili ifadesi” şeklinde tanımlanabilir.

Bu tanımda dikkat edilmesi gereken en önemli husus, modelin “belirli bir amaca yönelik” olarak hazırlanmış olmasıdır. Kısacası amaca hizmet etmeyen elemanların sistem modeline dahil edilmemesi gerekmektedir.

Problem:

“Sistemin arzulanan davranışı” olarak tanımlanabilir.

Dinamik Problem:

Dinamik problemler, “tekrarlanan, sürekli, kronik hale gelmiş ve zamana karşı duran” problemler olarak tanımlanabilirler. Dinamik problemler için sağlık problemleri, yüksek enflasyon, pazar payının azalması gibi örnekler verilebilmektedir. Oysa bir fabrika yer seçimi problemi, statik bir problem; yerin seçilmesiyle problem biter.

Sosyo-ekonomik Problem:

Sosyoekonomik problemler genel olarak, karmaşık, elemanları arasında doğrusal olmayan ilişkiler bulunan, büyük ölçekli ve genellikle insan faktörünü de içeren problemlerdir. Sosyo-ekonomik problemlerde anlık olarak çözümlenen sorunlar, ilerleyen safhalarda yeni ve hatta daha büyük sorunlar yaratacak şekilde karar vericinin karşısına çıkabilmektedir.

Analiz:

Kısaca, “anlama” ve “öğrenme” olarak ifade edilebilir. Sosyo-ekonomik problemlerin yapısı itibarıyla analiz için matematik çözümlerden değil simülasyondan faydalanmak gerekmektedir.

4.2.1 Dinamik, Sosyoekonomik Problemlerin Analizinde Simülasyon

Dinamik sistemlerin karmaşıklığı, normalde kolayca çözüm veren matematiksel formülasyona uygun değildir. İşletme sistemlerinin incelenmesi bakımından bu nokta son derece önemlidir. Çünkü işletme sistemlerinde ilişkiler çok kompleks matematiksel formülasyon gerektirmese de ilişkilerin çok içiçe olması basit yapıli ilişkilerin bile yorumlanmasını güçleştirmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde sistem analizinin, sistem işleyişinin anlaşılıp, bunun sonucu olarak performans geliştirici politikaların belirlenmesi süreci olduğu açıklanmıştır. Sistem analizi için “döngü yapısı gösterir” ifadesi kullanılmış; böylece kesin sonuç veren bir teknik olmaktan çok “bir yaklaşım” olduğu anlatılmıştır. Bilindiği üzere analitik teknikler, doğaları gereği, incelenen modelin çözülebilmesinin mümkün olduğu hallerde belirli politikalar çerçevesinde, çeşitli sistem değişkenlerinin değerlerini kesin olarak verirler. Bu ifadeye sistem analizi açısından iki noktada itiraz edilebilir:

Sistem analizi, değişkenlerin ileride alacakları değerleri tahmin etmek ya da olay öngörüsü yapmak yerine, değişkenler arası etkileşimi anlamayı ya da davranış öngörüsü yapmayı amaç edinir. Bu yüzden analitik tekniklerin verdiği kesin ve optimum olduğu öne sürülen değerlere ulaşmak, sistem analizinin esas amacı olmaktan uzaktır.

Diğer nokta ise, optimum olarak adlandırılan değerlerin sistem analizi yaklaşımınca anlamsız olmasıdır. Çünkü, “optimuma ulaşma” kavramı döngüsel yapıyı kaldırıp sonlu bir yapı getirmektedir. Ayrıca idealde optimuma ulaşılması söz konusu olsa da, gerçek problemlerde optimum kavramının kullanılmasının anlamlı olup olmadığı, yöneylem araştırmacılarının günümüzde de hala tartışmakta oldukları konulardandır.

Önceki bölümlerde, bir yandan sistem analizinde ve dinamik modellerde temel değişkenlerin belirlenmesinin önemi, öte yandan da değişkenlerin saptanmasında kullanılan kriterlerin açık olmadığı vurgulandı. Simülasyon bu eksikliği gidermede çok etkin bir araçtır. Kurulan modelde değişkenlerin duyarlılık analizlerinin yapılması simülasyon tekniği ile son derece kolaydır; böylece kritik değişkenler belirlenebilmektedir.

4.3. Sistemin Yapısı ve Dinamik Davranışı

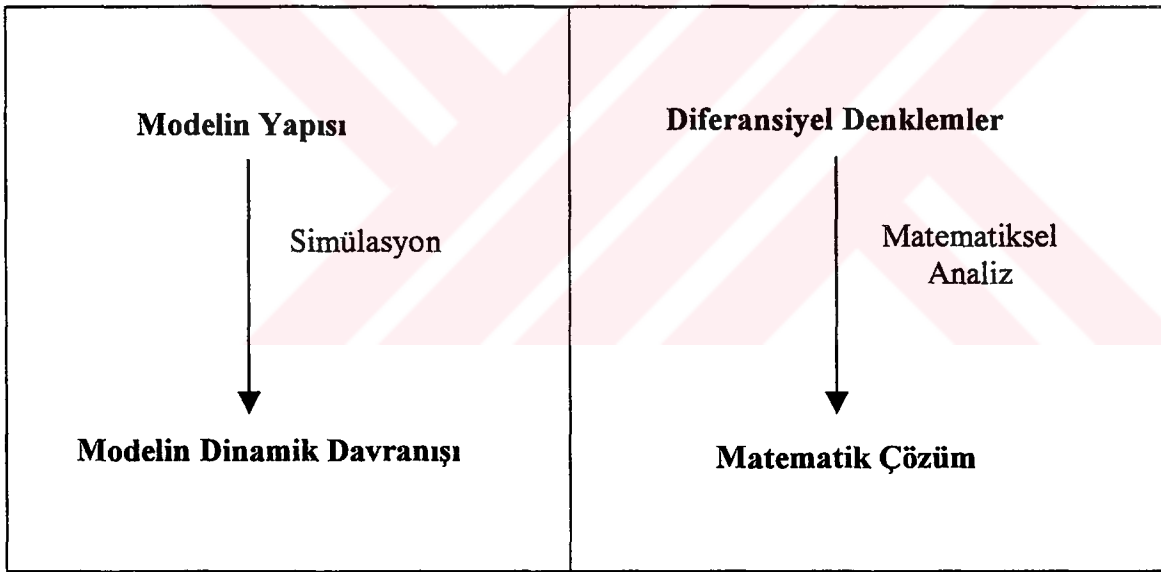
Bir analiz yöntemi olarak Sistem Dinamiği, insanların zihinlerinde oluşturdukları modelin belirli diagramlar kullanılmak suretiyle görselleştirilmesi ve şematik olarak ortaya konan bu model üzerinde çalışmalar yapılması esasına dayanır. Şematik gösterimin tercih edilme sebebi, yazılı ifadeler ile karşılaştırıldığında, yanlış anlaşılmalara daha az imkan tanınması ve daha kısa yoldan sistemi açıklayıcı bir biçimde ortaya koyabilmesi olarak özetlenebilir. Sistemleri ifade etmek için çok çeşitli diagramlar kullanılmış olmasına rağmen, sadece çok azı yukarıda belirtilen amaca tam anlamıyla hizmet edecek niteliktedir.

Öncelikle sistemin sınırları içinde yer alan elemanların belirlenmesi ve bu elemanların birbirlerini ne şekilde etkilediklerinin ortaya konması gerekmektedir. Sistem bileşenleri arasındaki etkileşim çoğunlukla zamana bağlıdır. Söz konusu iç ilişkileri yazılı olarak ifade etmek istersek, tek yol diferansiyel denklemler kurmak olacaktır. Sistemde yer alan değişkenlerin belirli bir başlangıç değerleri vardır ve sürecin işlemesiyle bu değerler değişmektedir. Diferansiyel denklemler sistemin herhangi bir andaki durumunun bir önceki durumuna bağlı olarak türetilmesini sağlayan eşitlikler kümesidir. Bu eşitlikler kümesi tekrar tekrar hesaplanarak sistemin zaman içindeki gelişimi simüle edilebilir. Hesaplamalar kısa zaman aralıklarıyla tekrar edilmektedir.

Ancak sistemi bu şekilde diferansiyel denklemler kullanarak ifade etmek ve sözkonusu hesaplamaları yaparak değişkenlerin çeşitli senaryolar altında hangi değerleri alacağını bulmaya çalışmak, ciddi bir matematiksel analiz gerektirir. Bunu yapacak kişinin de matematik uzmanı olması ve sayfalar dolusu denklem ile uğraşarak matematik çözüme ulaşması gerekecektir.

Oysa önceki bölümlerde belirtildiği üzere, problemlerin asıl sahipleri karar verici konumundaki kişilerdir. Çok açıktır ki, sosyoekonomik problemlerin sahiplerinden birer matematikçi olmaları beklenemez. Zaten karar verici konumdaki bu kişilere gerekli olan matematik çözüm değil, sistemin zaman içinde nasıl bir davranış sergileyeceğine dair bir öngörü olacaktır.

Bilgisayar ortamındaki Sistem Dinamiği paketleri, modeli oluşturacak kişinin yukarıda anlatılan şematik gösterimleri yapmasına olanak sağlar. Modeli kuran kişi, sistemin değişkenlerini ortaya koyduğunda ve değişkenler arasındaki zamana bağlı iç ilişkileri tanımladığında, paket program arka planda modelin yapısını temsilen çok sayıda diferansiyel denklem kurmaktadır. Kullanıcı bu diferansiyel denklemlerle muhatap olmak zorunda kalmadan, sadece değişkenlerin başlangıç anındaki değerlerini vererek modeli kendi belirlediği bir süre için işletebilir. Paket program, simülasyon sonucu olarak zaman ekseninde çeşitli grafikler oluşturur ve bu sayede kullanıcıya sistemin dinamik davranışını gösterir. Kullanıcı, başka bir deyişle karar verici, kendisi tarafından belirlenen ilişkiler neticesinde ve kendisi tarafından belirlenen süre sonunda, sistemin hangi düzeye ulaşacağını ve probleminin nasıl bir hal alacağını görme imkanına kavuşur.



Şekil 4.2. Sistemin Yapısı ve Dinamik Davranışı

Şekil 4.2'den de anlaşılacağı gibi, denklemlerin çözülmesi ile elde edilecek matematik çözüm, eğer eşitliklerin belirlenen süre sonunda alacağı değerler biçiminde ortaya konursa sistemin dinamik davranışı hakkında fikir veremez. Oysa simülasyon sırasında diferansiyel denklemler, kısa zaman aralıklarıyla tekrar tekrar hesaplanmaktadır. Sistem Dinamiği paketi de, her hesaplama adımı sonunda değişkenlerin aldığı değerleri bir grafiğe işlemek suretiyle, karar vericiye sistemin davranışını sunma yeteneğine sahiptir.

Bu değerlendirme yapılırken, sistem dinamiği yaklaşımı ile ele alınan problemin sosyoekonomik bir problem olduğu ve kurulan modelin bir mühendislik modeli değil ekonomik bir model olduğu unutulmamalıdır. Mühendislikte modeller yeni sistemleri dizayn etmek için kullanılırlar; özellikleri bilinen elemanların biraraya getirilerek mühendislik modelinin hazırlanması amaçlanır. Ekonomide ise modeller yeni sistem dizaynı yerine varolan sistemlerin açıklanması için kullanılır. Ekonomide modeller gözlenen sonuçlardan hareketle, sondan başa doğru kurulur; oysa mühendislikte hareket noktası baştan sona doğrudur.

Mühendislik modelleri ile ekonomik kapsamlı modeller arasında, hareket noktasında olduğu gibi, modellerin gerçeğe uygunluğunun araştırılmasında da farklar bulunmaktadır. Eğer bir sistem dinamiği modeli, sistemin gelecekte herhangi bir zamandaki belirli bir durumunu öngörebilme yeteneğiyle değerlendirilmeye çalışılırsa çoğunlukla yetersiz bulunacaktır. Halbuki bir sistem dinamiği modelinin kurulmasındaki amaç durum öngörüsü yapabilmek yerine, sistemin işleyişini kavramak olduğundan; değerlendirme kriterleri durumun öngörölme başarısı yerine, sistemin davranış özelliklerinin (denge, dalgalanma, büyüme, tepe noktaları arası ortalama süre, dış etkileri yükseltme ya da zayıflatma eğilimi, vs...) öngörülebilmesi olmalıdır. Bu özellikler ise simölasyon sonucu ortaya çıkacak grafiklerin yorumlanmasıyla anlaşılacaktır.

Diferansiyel denklemlerin modelin yapısını temsil etmesi, bu denklemlerin model değişkenleri arasındaki etkileşimi kontrol eden eşitlikler sistemi işlevini görmesi anlamına gelir. Sistemin yeni durumlarının belirlenebilmesi için eşitlikler periyodik olarak hesaplanmaktadır. Bu hesaplamalar “dt” uzunluğunda, birbirine eşit kısa zaman aralıklarıyla tekrarlanmaktadır. Zaman aralıkları değişkenler arasındaki akış oranlarının sabit alınabileceği kadar kısa olmalıdır; eğer yeteri kadar kısa alınmazlarsa zaman aralığında değişen akış oranlarının modellenmesi imkansızlaşır ve sistemin gerçekçi bir modeli kurulamamış olur.

4.3.1. Dinamik Sistemlerde Nedensellik

Sistem Dinamiği yönteminde kurulan modellerin yapısı, istatistiksel korelasyonlar yerine “operasyonel nedensellik ilişkileri”ne dayanır. Bu yaklaşım aslında sistematik düşüncenin de temelini oluşturur. Sistemin bileşenlerinin birbirlerini nasıl etkilediğini belirtmek, dolayısıyla sistemdeki iç ilişkileri ortaya koymak, sistemi anlamak açısından büyük önem taşımaktadır. Sistemde elemanların birbirlerini neden ve nasıl etkilediğini görmek, anlamanın ve öğrenmenin temelini teşkil eder. Bu sebeple, modelin yapısı kurulurken elemanları birbirlerine nedensellik ilişkisi ile bağlamak zorunludur; bu nedensellik ilişkilerini doğru ve sağlıklı bir biçimde kurulmadan model çalışmayacağından simülasyon aşamasına geçilemez.

Operasyonel düşünme yaklaşımı, “asıl zincir” adı verilen bir ilişkiler bütününe ortaya koyma prensibine dayanır. Ele alınacak sistemin iyi bir modelini kurmak için ilk adım, bu asıl zinciri tanımlamak olacaktır. Asıl zinciri kurma aşamasında ise elemanları birbirlerine nedensellik ilişkileri ile bağlamalı, korelasyonlara başvurulmamalıdır.

Örneğin bir firmanın dondurma üretimini incelemek üzerine bir model kurduğumuzu varsayalım. Dondurmanın mevsimsel tüketim miktarlarını formüle ederken, elimizdeki istatistiki bilgilerden faydalananarak, dondurma satışları ile güneş gözlüğü satışları arasında korelasyonlar kurulabilir, ve bu korelasyonlar neticesinde “geleceğin geçmişe benzeyeceği varsayımı ile” gelecek yıllardaki dondurma satışları tahmin edilebilir.

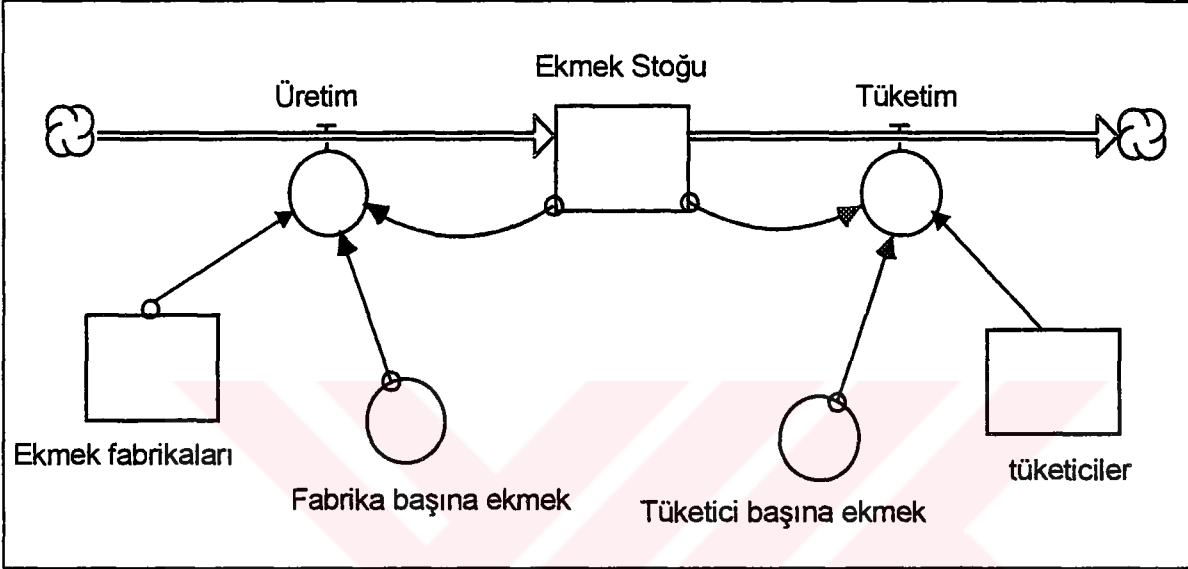
Aynı şekilde, ekonomi uzmanları bir ülkedeki ekmek üretimini istatistiki çalışmalarına dayanarak aşağıdaki gibi de formüle edebilirler:

$$\text{Ekmek üretimi} = \alpha_1 * \text{GSMH} + \alpha_2 * \text{faiz oranları} + \dots$$

Bu eşitlikte bağımlı değişken olan ekmek üretimi, çeşitli makroekonomik değişkenlerin bir fonksiyonu olarak tanımlanmış olup, α_n katsayıları da her makroekonomik değişkenin ağırlığını gösterecektir.

Fakat bu eşitliği yazan kişi, eğer operasyonel düşünüyor olsaydı, eşitliğe ilk olarak ekmeğin kaynağı olan fabrikaları ve ekmek tüketicilerini yerleştirecekti. Ekmek için temsili olarak oluşturulan bir stok; bu stoğu artıracak akışın sağlandığı ekmek üretimi

ve stoğu azaltıcı yönde akışı yaratan ekmek tüketimi bir araya getirilerek “asıl zincir” ortaya konacaktı. Sistem Dinamiği de ancak bu mantıkla kurulmuş modeller üzerinde analiz yapılması esasına dayanır. Bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak inceleyeceğimiz STELLA Sistem Dinamiği paketini kullanarak, ekmek üretimini operasyonel nedensellik ilişkisi ile temsili olarak ifade edelim:



Şekil 4.3. Operasyonel nedensellik ilişkisi

Şekil 4.3’den açıkça görülebileceği gibi, ekmek üretimi ve ekmek tüketimi faaliyetleri, tam anlamıyla operasyonel bir düşünce ile biraraya getirilmiştir. Ekmek üretimi, o ülkedeki ekmek fabrikalarının (veya fırınların) sayısı ile fabrika başına ekmek üretiminin çarpımından oluşurken; ekmek tüketimi de tüketici sayısı ile “tüketici başına ekmek” katsayısının çarpımı şeklinde hesaplanmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken bir diğer husus, bu iki çarpımın da aynı zaman dilimi için söz konusu olduğudur. (Örneğin fırın başına “günlük” ekmek üretimi ve tüketici başına “günlük” ekmek tüketimi gibi...) İşte operasyonel düşünme budur.

Operasyonel düşünmenin en önemli faydası, kişiyi gerçek sistemin nasıl işlediğine dair sorular sormaya yönlelmesidir. Bir dizi üst düzey, soyut, korelasyonel ilişkiler ile sistemin belirli bir zaman sonra göstereceği davranışı tahmin etmektense; operasyonel yaklaşım, ele alınan süreçte neler olup bittiğinin anlaşılmasını sağlamaktadır. Bu sayede

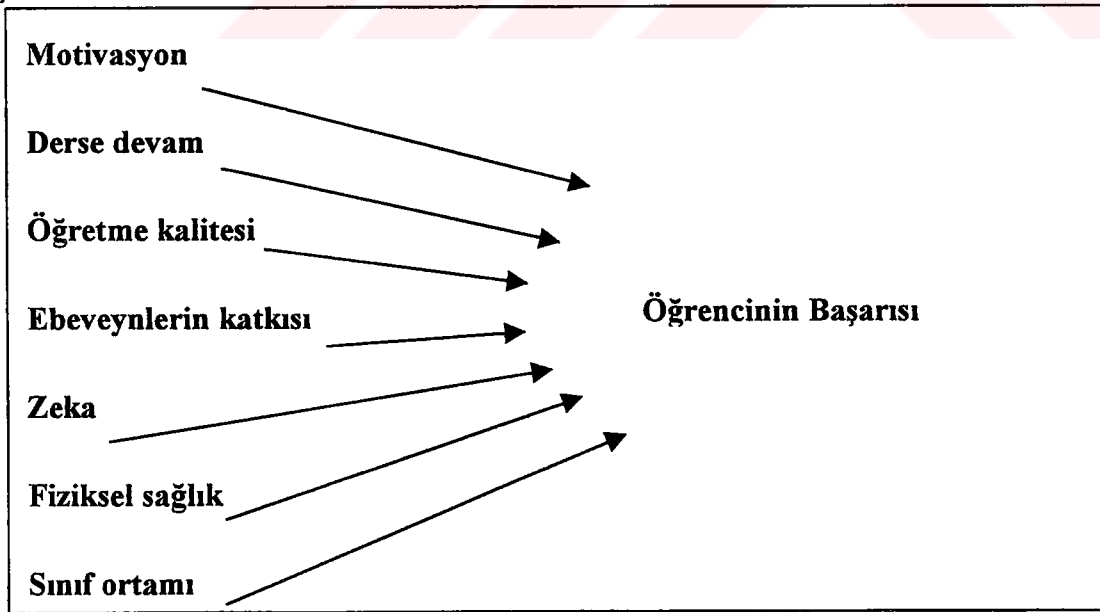
kazanılan bakış açısı ile derinlemesine bir analiz yapmak ve sistemin işleyişini değiştirme yollarını bulmak mümkün olacaktır.

4.3.2. Dinamik Sistemlerde Geri Beslemeli İlişkiler

Sistem Dinamiği prensiplerine göre “statik tek yönlü nedensellik” yerine “geri beslemeli ilişkiler” vardır. Bu yaklaşıma dair verilebilecek en basit örnek şudur: Tek yönlü nedensellikte talebin artmasıyla stok miktarı düşer ve nedensellik ilişkisi burada sona erer. Oysa geri beslemeli ilişkiler sözkonusu olduğunda, talebin artmasıyla stok miktarı düşer, stok miktarı düşünce bir sonraki zaman diliminde taleplerin bir bölümü karşılanamaz, bu da daha sonraki zaman dilimi için talebin düşmesi sonucunu doğurur.

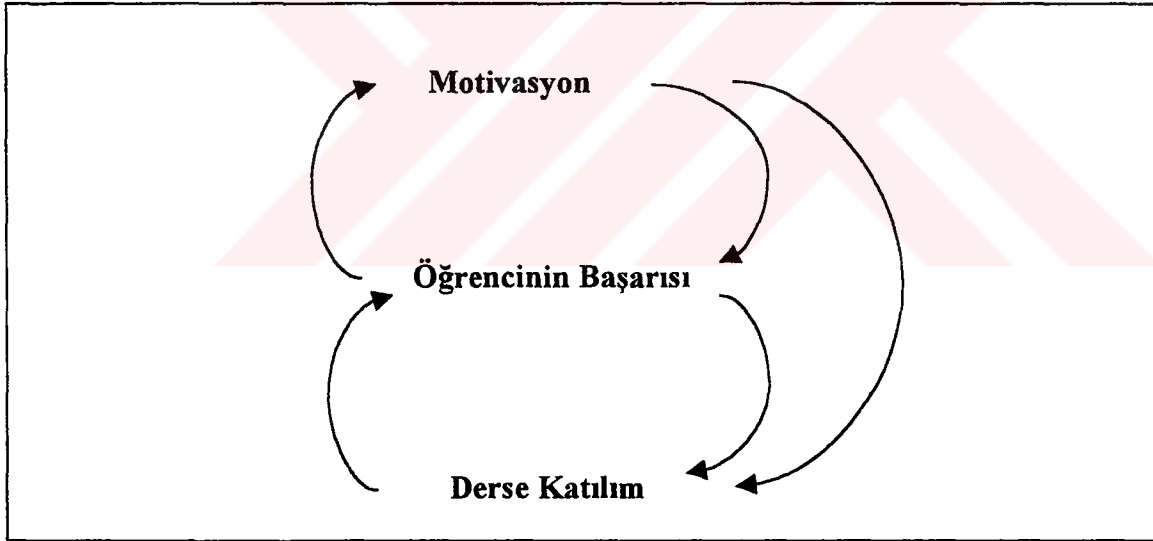
Yukarıda anlatılan bu döngü bütün dinamik sistemler için geçerlidir ve dinamik sistemlerde belli bir problemi ifade etmek için sebepler listesi değil, mekanizmalar kullanılır (*Stella Software El Kitabı, 1996*): Örneğin “Bir öğrencinin başarısı nelerden etkilenir?” diye sorulduğunda şu faktörler sıralanabilir: Motivasyon, derse devam, öğretme kalitesi, ebeveynlerin katkısı, zeka, fiziksel sağlık, sınıf ortamı...

Eğer tek yönlü nedensellik ilişkileri kullanacak olursak ortaya şöyle bir sistem modeli çıkacaktır:



Şekil 4.4. Statik, tek yönlü nedensellik ilişkisi (*Stella Software El Kitabı, 1996, s.29*)

Oysa gerçek hayatı temsil etmek üzere, bir öğrencinin başarısını etkileyen faktörleri modellemek istediğimizde bütün bu faktörlerin birbirlerinden etkilendiğini gözardı etmememiz gerekir. Hatta faktörler sadece birbirlerinden değil, asıl değişken olan öğrenci başarısından da etkilenmektedirler. Kısaca özetlemek gerekirse, motivasyon öğrenci başarısını artırdığı gibi, diğer faktörlerden derse devam oranını da artırır. Aynı şekilde başarılı bir öğrenci derse daha çok katılacaktır ve bu katılımı başarısını daha da artıracaktır. Başarılı olan öğrencinin motivasyonun artacağı gerçeğinden hareketle döngü tamamlanacaktır. (Bkz Şekil 4.5) Elbette, bu anlatılanların tersi de doğrudur. Motivasyonu düşen öğrencinin başarısı azalacak ve derse katılımı da azalacaktır. Öğrenci, derse devam etmediği müddetçe başarısı daha da azalacak, buna bağlı olarak motivasyonu daha da düşecek ve başarısı azalmaya devam edecektir. Şekil 4.5'te dinamik sistemlerde söz konusu olan bu geri beslemeli nedensellik ilişkilerinin kullanılmasıyla oluşturulmuş öğrenci başarısını temsil eden model, sadece bu iki faktöre bağlı olarak görülmektedir.



Şekil 4.5. Dinamik, geri beslemeli nedensellik ilişkisi
(*Stella Software El Kitabı, 1996, s.31*)

Bölümün başında geri beslemeli nedensellik ilişkilerin ilk olarak gündeme getirildiğinde, dinamik sistemlerde bir sebepler listesi yerine bir mekanizmanın varlığından söz edilmişti. Bu mekanizma içinde yer alan ilişkiler sabit bir şekilde tanımlanmamış olabilirler; ilişkilerin zaman içinde değişim gösterir nitelikte olmaları da mümkündür. Bu durum da sistemin dinamik yapısı ile bağdaşır.

Ayrıca, söz konusu ilişkiler mekanizması içinde, her faktörün sonuca etkisinin aynı zamanda gerçekleşmesi beklenmemelidir. Yukarıdaki öğrenci başarısı örneği düşünülecek olursa, motivasyon faktörü saatler ile ifade edilebilen zaman birimi içinde azalıp çoğalabilir niteliktedir. Buna karşılık, öğretme kalitesi adı verilen faktörün sonuca etkisi çok daha yavaş olacaktır. Dolayısıyla, sistemdeki ilişkilerin statik bir şekilde ifade edilmesinin anlamsızlığı bir daha kanıtlanmış olmaktadır.

4.3.3. Dinamik Sistemlerde Zaman İlişkileri ve Gecikmeler

Bir önceki bölümde örnek olarak verilen “öğrenci başarısını etkileyen faktörler” gibi basit yapılı bir sistemden, çok daha karmaşık yapıda olan sosyo-ekonomik problemlere geçelim. Ekonomik ve endüstriyel sistemler de, geri bildirimin bulunduğu sistem yapısını gösterirler. Bu sistemler kapalı döngülerden oluşmuştur. Geri bildirimin bulunduğu sistemlerde durumlar bilgiye çevrilerek var olan durumları kontrol etmek için kullanılır. Bu döngü sürekli; etkileşimin başını ve sonunu belirlemek mümkün değildir. Bu yüzden bütünün anlamı statik bir bakış açısıyla kavranamamakta; sistemi tam olarak anlayabilmek için dinamik bir yaklaşım gerekmektedir.

İşletmecilik açısından önemli olan, işletme sistemlerinin iç ilişkilerinin ve dışsal değişkenlerin etkisinde politikalar ve bunlara bağlı kararlar çerçevesinde nasıl büyüyecekleri ve dengeye ulaşp ulaşmayacakları sorusunun cevabıdır. “Amplifikasyon”, “gecikme” ve “bilgi akışındaki bozulma” bu konu ile ilgili olarak üzerinde durulması gereken üç kavramdır. Çünkü sistemin yapısı çerçevesinde karar ve politikaların amplifikasyonu, faaliyetlerdeki gecikmeler, ve bilgi akışındaki bozulma sistemlerin denge ve büyüme durumlarını etkileyen başlıca faktörlerdir.

Geri bildirimin bulunduğu sistemlerde faaliyetler arasındaki zaman ilişkisi son derece önemlidir. Bu ilişkiler sistemin her aşamasında görülür. Karar almadaki, taşımadaki, bilgi işlemedeki tüm gecikmeler bu tür zaman ilişkileri olarak değerlendirilebilir. Değişkenlerin değerlerinin biriktirilmesinin, eksiltilmesinin gerektiği modellerde genellikle zamana bağlı değerlerin karar sürecine girdi durumunda olması, bu tip modellerde zaman ilişkilerine ayrıca önem verilmesini gerektirmektedir. İşletmelerin konu olduğu modellerde yer alan hammadde, mamul, ya da yarı mamul stokları,

biriktirme ve eksiltme prensibine göre çalışan model elemanlarıdır. Bu stoklar giriş çıkış arasında zaman gecikmesi yaratmaktadırlar. Bu gecikme, girdilerin sürekli olarak çıktılarına eşit olma mecburiyetini ortadan kaldırmakta, böylece sabit girdi ile dalgalanan çıktı karşılanabilmektedir.

Yukarıda açıklanan anlamıyla gecikme yaratmak, sadece mal akışları için söz konusu değildir. Komutların ve bilgilerin de biriktirilip işlenmesi sistemin dengesi bakımından önemlidir. Karşılanamamış talepler, postadaki siparişler, kesinleşmiş fakat uygulamaya girmemiş kararlar, sözü edilen komutların kapsamına girmektedir. Bilgilerin ise belirli dönemler için ortalamalarının hesaplanması ancak biriktirme yoluyla olabilmektedir.

Anlaşılabacağı üzere, “gecikmeler sistemi olumsuz yönde etkiler” yargısına varmak mümkün değildir; hatta doğru kullanılırlarsa, gecikmeler amaca ulaşmak için en etkin yol olabilirler. Sistemi geliştirmek için işleyişi kavramadan gecikmeleri ortadan kaldırmaya çalışmak kimi zaman olumsuz yönde etki edebilmektedir.

Model formülasyonunda kullanılan yöntemler gecikmeleri ortalama süreler olarak ifade edebildiği gibi, geçiş dönemi karakteristiği gösteren formda da ifade edebilmelidir. Geçiş dönemi formunda ifade edebilme, bir musluğun açılması ile musluğa bağlı hortumun ucundan akan suyun zamana bağlı olarak değişimini formüle edebilme yeteneği ile özdeşdir. (Örneğin, Bölüm 4.3.1’de ele alınan operasyonel nedensellik ilişkisine örnek olarak verilen süt üretimi modelinde, süt stoğu biriktirmenin sözkonusu olduğu eleman, süt üretimi ve süt tüketimi de hortumun içinden akarak bu stoğun miktarını değiştiren sistem bileşenleridir.)

Geri bildirim yapısına sahip modellerin en önemli özelliklerinden biri de büyültme etkisidir. Teknik dallarda “amplifikasyon” olarak tanımlanan bu kavram, örneğin elektrik mühendisliğinde sinyalin dalga yüksekliğini artırma anlamında kullanılır. Bu çalışmada ise sistemin herhangi bir parçasının sebep olduğu tepkinin, beklenen tepkinin çok üstünde gerçekleştiğini vurgulamak için kullanılmıştır.

İşletme sistemlerinin çoğunda amplifikasyon etkisi ile karşılaşılır. Mal, para, komut ve bilgi akışlarını kontrol eden politikalara bağlı kararlar sonucu ortaya çıkan

amplifikasyonun sistemin dengesini bozma gibi olumsuz etkiler yaratacağı düşünülürse, işletme politikalarının ve bunlara bağlı kararların sistem davranışlarını nasıl etkileyeceğinin incelenmesinin önemi daha iyi kavranacaktır.

Dinamik modellerdeki değişkenler ile gerçek sistemlerdeki değişkenler arasındaki ilişki de sistem dinamiğinin genel prensiplerinin kavranması açısından önemlidir. Model değişkenleri gerçek değişkenler ile aynı birim çerçevesinde değerlendirilmelidir. Örneğin gerçekteki mal akışları, modelde de fiziksel birimler olarak ifade edilmelidir. Mal akışının eşdeğer para akışı ile ifade edilmesinin, ödemelerdeki gecikmelerin modele katılırken gerçek ile olan benzeşimi bozacağına dikkat edilmelidir. Para ve mal akışını paralel ilerleyen iki farklı akış olarak ele alma, bu akışlar arasındaki gecikmeleri gerçeğine benzer şekilde modele sokma imkanını verir. Para ve mal akışları farklı olarak değerlendirilse de aralarında fiyata bağlı bir ilişki vardır; böylece gerektiğinde mal akışlarından fiyat değişkenini kullanarak para akışlarına ulaşmak da mümkün olmaktadır.

Model kurarken sistemin dengeli bir yapı gösterdiği varsayımından hareket etmek anlamlı değildir. Sosyoekonomik problemleri konu alan bir çok model, doğrusal olarak ele alınmaya çalışılmış ve, buna bağlı olarak da dengeli bir sistem varsayılmak zorunda kalmıştır.

Oysa gerçek sistemlerin bir çoğu dengesiz karakter gösterip, statik bir dengeye ulaşmama eğilimindedir. Bu eğilim rassallığın ve dışarıdan uyarıların bulunmadığı durumlar için de geçerlidir. Gerçek işletme sistemlerinin içinde bulunduğu çevreye fazla personel çalıştırma (işsizliği önlemek için alınan politik kararlar), nakit sıkıntısı, enflasyon veya daralma dönemlerinin etkileri gibi birçok kısıtlayıcı faktör katılmaktadır. Bu faktörlerin etkisinde doğrusal olmayan yapıları ile amplifikasyon ve gecikmelerden doğan dengesizlik eğilimleri, gerçek işletmelerin genel karakterlerini ortaya koymaktadır. Dinamik modeller ile yapılan çalışmalar göstermiştir ki; gerçek işletme sistemlerinin yapısı, doğrusal olmayan olaylar ile yakından ilişkilidir. Denge varsayımının yapıldığı çoğu model, sistemin bir çok önemli ve ilginç karakteristiğinin kaybolup gitmesine yol açmaktadır.

4.3.4. Dinamik Sistemlerde Dış Etkenler

Dinamik sistemlerde davranışı asıl etkileyen faktör “iç yapı”dır. Sistemin sınırları içinde yer alan elemanların arasındaki zamana bağlı etkileşimler neticesinde, sistemin süreç içindeki davranışı şekillenmektedir. Bu etkileşimler sürekli ve tekrarlanan niteliktedirler.

Oysa sistemler zaman zaman davranışı değiştirecek derecede önem taşıyan “dış etkenler” ile de karşı karşıya kalmaktadırlar. Burada dış etkenlerden kastedilen, vergi oranlarındaki bir değişiklik gibi, müdahale edilemeyecek etkenlerdir. Ancak bu dış etkenlere karşı sistemlerde görülebilecek iki farklı durum söz konusudur:

- Dinamik sistemlerin çoğu, dışardan gelen tekil etkilere karşı duyarsızlardır, bu etkiye bir tepki gösterme eğiliminde değillerdir. Örneğin, kuşların ekolojik sistemini ele alırsak, yıllar süren bir kuraklığın baş göstermesi bir dış faktördür. Fakat kuşların sadece % 50’si göç edip yaşamaya devam ederken, diğer % 50’si kuraklık sebebiyle zorluk çekmelerine rağmen hiç birşey yapmamışlar ve soylarını tüketmişlerdir. Aynı davranış biçimine işletme sistemlerinden örnek verecek olursak, Japon arabalarının Amerikan arabaları için bir tehdit oluşturması, Amerikan araba pazarı için bir dış etken kabul edilebilir. Bu güçlü tehdite karşısında Amerikan araba üreticileri şikayet etmelerine rağmen, uzun yıllar araba dizaynları ve üretim yöntemlerini değiştirme eğilimine gitmemişlerdir. Bu da sistemlerin çoğunlukla dışarıdan gelen tekil etkenlere karşı fazla duyarlı olmadığını göstermektedir.
- İkinci durumda, ender de olsa bazı sistemlerde dış faktörler, dinamik davranış üzerinde belirleyici rol oynamaktadırlar. Özellikle işletme sistemlerinde karar verici konumundaki kişiler sistemin yapısını değişen çevre şartlarına uydurmak ve sistemin davranışını değiştirmek zorunda kalabilirler. Bu durumda yapılması gereken, dış faktörün gelişmesini ve tamamen şekillenmesini beklemek, sonra da sistemin yapısını değişen şartlara göre yeniden kurmaktır. Bu yeniden kurma aşamasında sistemin sınırları genişletilebilir ve önceden dış güçler olarak görülen faktörler sisteme (ve dolayısıyla modele) dahil edilebilirler. Oldukça az rastlanan bir durum olarak da bazan “vazgeçmek” gerekebilir. Çünkü bazı sistemler dış güçlere karşı çok fazla açık olduklarından yönetsel kontrole uygun değildirler.

5. SİSTEM DİNAMİĞİ MODELLEME PAKETİ: STELLA

5.1. Sistem Dinamiği Yazılımları

Çalışmanın önceki bölümlerinde (Bölüm 3.2’de) simülasyon yönteminin, yapılandırılmamış problemlerde öğrenme amaçlı olarak kullanılmasının karar vericiye sağladığı avantajlardan bahsedilmiştir. Bölüm 4.2.1’de ve Bölüm 4.3’de ise, dinamik davranış gösteren sosyoekonomik problemlerin analizinde simülasyonun matematiksel formülasyonlara tercih edilme sebepleri üzerinde durulmuştur.

Bu aşamada vurgulanması gereken en önemli husus, sistem dinamiği modellerinin simülasyonunda herhangi bir bilgisayar programlama dilinin kullanılabileceğidir. Ancak, teorik olarak bakıldığında üst düzey bilgisayar dilleri çok iyi olsalar bile; pratikte özel yazılım paketlerini kullanmak çok daha avantajlıdır. Çünkü bu yazılım paketleri amaca yönelik olarak hazırlanmışlardır ve dinamik modellerin kurulmasını kolaylaştıracak algoritmalar içerirler. Örneğin bu paketler, simülasyon denklemlerini hesaplanabilir bir şekilde dizmek için özel sıralama modüllerine sahiptirler. Aynı şekilde, spesifik model ilişkilerini ve politikalarını formüle edebilmek için hazırlanmış özel destek fonksiyonlarını bünyelerinde barındırmaları da, bu yazılımların üst düzey bilgisayar dillerine tercih edilme sebepleri arasında sayılabilir.

Orijinal sistem dinamiği yazılımı DYNAMO, *mainframe* bilgisayarlarda kullanılmak üzere üretilmiş olan versiyonuna ilave olarak, IBM tipi kişisel bilgisayarlarda da kullanılabilmesi için “Professional DYNAMO” adıyla (Pugh Roberts Associates 1986) piyasaya sunulmuştur. Benzer formatta simülasyon denklemleri kullanan DYSMAP2 (Dangerfield and Vapenikova 1987) paketi de spesifik olarak IBM tipi bilgisayarlarda kullanılması amacıyla dizayn edilmiştir. Bu iki program da, büyük çapta modellerin geliştirilmesini çok önemli ölçüde kolaylaştırmaktadırlar (Wolstenholme, 1990).

İlerleyen yıllarda, başka amaca yönelik sistem dinamiği yazılımları geliştirilmiştir. Bunlardan en yenisi ve belki de en önemlisi, STELLA (Richmond et.al 1987) paketi olmuştur. İlk olarak Apple Macintosh tipi kişisel bilgisayarlarda kullanılmak üzere hazırlanan STELLA yazılımının daha sonra Windows ortamında çalışan versiyonları da piyasaya sunulmuştur.

STELLA'nın getirdiği en büyük yenilik, modeli temsil eden akış diyagramlarının, önceden tanımlanmış bir kit sayesinde, direkt olarak bilgisayar ekranında çizilmesidir. Diyagramlardaki değişkenleri temsil eden simgeler (*icon*) açılabilmekte ve içlerine bu değişkenlere ait parametre değerleri ve değişkenler arası ilişkiler yazılabilmektedir.

5.2. STELLA'nın Özellikleri ve Tercih Edilme Sebepleri

Yukarıda da belirtildiği gibi, STELLA sayesinde modelleri temsil eden akış diyagramları direkt olarak bilgisayar ekranında çizilmekte ve değişkenler arası ilişkiler de aynı ortamda tanımlanabilmektedir. Bu özellikleri sebebiyle, özellikle hızlı ve kolay yoldan model kurmak için yararlı ve cazip görülen STELLA'nın temel katkısı, bilgisayar programlaması hakkında fazla bilgi sahibi olmayan insanlara model kurma imkanı tanınması olmuştur. Bu tez çalışmasının temel konusu açısından bakıldığında, “yapılandırılmamış problemleri öğrenme amaçlı model kurmak” için STELLA tabiri yerinde ise “biçilmiş kaftan”dır. Nitekim Bölüm 3.2’de belirtildiği gibi; kurulacak model, bir akademisyenin veya planlama şirketinde çalışan birisinin yaptığı tahmin modelleri değildir. Şirket içinde karar vericilerin kendileri tarafından hazırlanan veya tamamen onların görüşleri doğrultusunda yine şirket bünyesinde hazırlanan temsili modeller söz konusudur. Burada amaç, karar vericilerin kendi algılama biçimlerini baz alarak onlara kendi dünyalarının temsili bir modelini sunmak; ve bu sayede karar vericilerin meydana gelebilecek sonuçlardan korkmadan sistem üzerinde simülasyon yapmasını veya başka bir deyişle "oyun" oynamasını sağlamaktadır.

Yöneticiler kendi kurdukları model sayesinde, karmaşık bir sistemde değişkenlerin birbirlerini nasıl etkilediğini öğreneceklerdir. Ardından, hayata geçirecekleri uygulamaların ne tür sonuçlar doğurabileceğinin denemesini yapma imkanı

bulacaklardır. Bu modern bakış açısıyla bakıldığında artık modeller, teknik uzmanlar tarafından değil, karar vericiler ve politika üreticiler tarafından sahiplenilmektedir. STELLA ise şirketlerde böyle stratejik konumda olan insanlara, bilgilerini ve zihinsel verilerini kolayca modele aktarma imkanını sunmaktadır.

Dinamik sistemlerin geri beslemeli yapısı ile sistemin davranışları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak açısından mükemmel olan STELLA, bu özellikleri sayesinde, sistemin asıl sahiplerini sistem analizi ve model kurma süreçlerine tam anlamıyla dahil etmiş olmaktadır. Bu yazılım ayrıca, amaca yönelik kullanıcı arayüzü dizayn edilmesini de mümkün hale getirmektedir. Söz konusu kullanıcı arayüzü, veri girişine bağlı olarak simülasyonun çıktılarını grafiksel olarak ekrana yansıtmaktadır.

5.3. STELLA'nın Yapısı

Genel olarak STELLA'nın yapısına bakıldığında; paketin üç temel düzeyden veya daha uygun bir tabir ile üç temel “katman”dan oluştuğu görülmektedir.

- Üst düzey harita yapma katmanı (*High-Level Mapping Layer*)
- Model kurma katmanı (*Model Construction Layer*)
- Denklemler katmanı (*Equations Layer*)

Kullanıcı, bir sistemin modelini kurma ve model üzerinde sistemi analiz etme süreçlerinin çeşitli aşamalarında bu katmanlar üzerinde işlem yapmaktadır.

5.3.1. Üst Düzey Harita Katmanı

Bu katman, sistemin genel yapısını gösteren ve sistemin hangi alt sistemlerden oluştuğunu ortaya koyan katmandır. Sistemin dinamik davranışında belirleyici rol oynayan ve dolayısıyla simülasyon sonuçlarını değiştiren parametre değerlerine ait veri girişleri bu katmanda yapılabilir.

Bu katmanın temel işlevi “amaca yönelik bir kullanıcı arayüzü” oluşturmaktır. Modelin kurulmasına katkıda bulunmamış kişiler de, sistemin çeşitli senaryolar altında nasıl

davranışlar sergileyeceğini görmek isteyebilirler. Onlara da simülasyon imkanını tanımak için, üst düzey harita katmanında sistem genel hatlarıyla tanıtılabilir, alt sistemler hakkında bilgi verilebilir ve kullanıcıdan veri girişi yaparak simülasyonu başlatması istenebilir. Bu durumda, çıktılar da aynı katmanda grafiksel olarak ortaya konulabilir ve kullanıcıya sistemin söz konusu şartlar altında öngörülen davranışına ait bilgiler verilebilir.

Yazılım paketinin son versiyonu olarak piyasaya sunulmuş olan “STELLA Version 5.0”, bu üst düzey harita katmanında film gösterilmesine ve görsel / işitsel efektler kullanılmasına da olanak sağladığı için, kullanıcıya sistemin tanıtılması ve çeşitli iç ilişkilerin öğretilmesi çok daha kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

Üst düzey harita katmanı ile ilgili olarak Bölüm 7’de, tez çalışmasında örnek olarak ele alınan “Türkiye Otogaz Pazarının Sistem Modeli” için oluşturulmuş kullanıcı arayüzü incelenebilir.

5.3.2. Model Kurma Katmanı

Sisteme ait bütün değişkenlerin ve etkileşimlerin tanımlandığı, sistem elemanları arasındaki iç ilişkilerin ortaya konduğu, sistemin temsili modelinin kurulduğu katmandır. Bu katmanın temel elemanları şu şekilde sıralanabilir:

- Stoklar ve akışlar (*stocks & flows*),
- Mekanizma (*infrastructure*)
- Geri beslemeli döngüler (*feedback loops*)

Bu elemanların sırayla devreye girdiği düşünülürse, STELLA yazılımının programlama dilinin, aşama aşama ilerleyen bir yapının etrafında şekillendiği kabul edilebilir. Buna göre stokların ve akışların belirlenmesi en alt düzeyde bulunur. Bir modelin yapısında yer alan temel yapı taşları stoklar ve akışlardır.

Mekanizmalar, bu ilerleyen yapıda ikinci aşamayı oluştururlar. Stokların ve akışların çeşitli kombinasyonları olarak şekillenen mekanizmalar, büyüklük ve karmaşıklık açısından çeşitlilik gösterirler.

İlerleyen yapıda son aşama, geri beslemeli döngülerdir. Geri beslemeli döngüler, çeşitli yollarla stokları akışlar ile ilişkilendirmektedirler; ve bu şekilde mekanizmaların ilginç dinamik davranışlar sergilemelerini sağlarlar.

Stoklar ve akışlar, STELLA yazılım dilinin öznesi ve yüklemidirler (*Stella Software El Kitabı*, 1996). Stoklar “varlıklar” veya “durumlar” olarak düşünülürse, akışlar bu durumların değişmesine neden olacak “olaylar” olarak tanımlanabilir.

Stoklar toplayıcı, biriktirici olarak görev yaparlar ve bir sistemin içinde “durumları” temsil ederler. Temsilen “birikim” kavramı ile tanımladığımız durumlar, gerçek hayatta da her yerde yanımızdadır. Midemizdeki yemek, cüzdanımızdaki para, kafamızdaki bilgi, kalbimizdeki sevgi, vs. çeşitli birikimlerimizdir örneğin ve hayat devam ettikçe bu birikimler dalgalanır, artar, azalır.

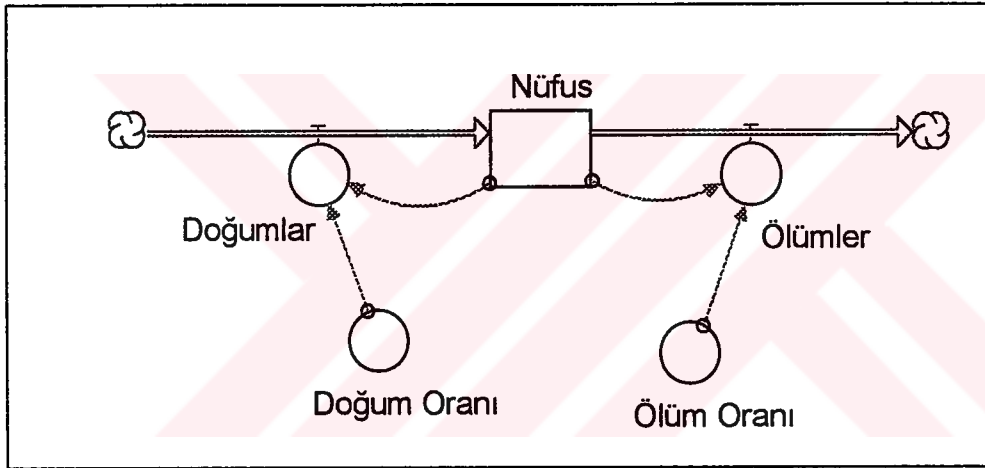
Bu birikimlerin herhangi bir andaki değeri ise, durumun nasıl olduğunu gösterir. Söz konusu olan sistem ister insan vücudu olsun, ister aile, şirket, şehir veya ekosistem... Eğer midemiz çok dolu ise kendimizi rahat hissetmeyiz veya tüpümüzdeki gaz azalmışsa bu kötüye işarettir. Aynı şekilde, eğer zalim patronumuza onun hakkında ne düşündüğümüzü henüz söylemişsek, muhtemelen içimizin biraz hafiflediğini hissederiz (tabii, aynı hafifleme durumunun cüzdanımızın başına hemen gelmemesini ümit ederek)

Kısaca toparlamak gerekirse, herhangi bir durumun nasıl olduğu gözlemlenmek istenirse, ilgili birikimin seviyesinin gözlemlenmesi yeterli olacaktır. Birikimler birer barometre gibi görev görmektedirler; seviyeleri bir sistem içindeki durum hakkında bilgi vermektedir.

Söz konusu seviyelerin birer “rapor verici” olarak görülmesinin, bu seviyelerin bir sistem içinde bu kadar önemli olmasının sebebi ise; birikimlerin, olayları mümkün kılan veya engelleyen birer “kaynak” veya “kısıt” olarak rol oynamalarıdır. Örneğin bir sistemdeki bilgi veya enerji stokları birer kaynak görevini görürken; kızgınlık ve öfke birikimi veya havadaki kirlenme miktarı engelleyici birer kısıt olarak karşımıza çıkmaktadırlar.

Stoklar ve akışlar ayrılmaz bir bütünü oluştururlar, birinin diğeri olmadan anlam ifade etmesi beklenemez. Eğer ortada bir birikim varsa, bu birikimin belirli olaylar sonucu oluştuğu bir gerçektir. Yani stoğa belli bir akış gerçekleşmiş olmalıdır ki, o stoktaki birikimin seviyesi yükselsin. Aynı şekilde, eğer bir akış söz konusu ise bu akışın belli bir kaynağı olmalıdır. (Ancak, ileride de görülebileceği gibi modelleme yaparken bazı durumlarda kaynak olan bu stok modele dahil edilmemektedir.)

İşte STELLA temel olarak bu stoklar ve akışlar üzerine yapılandırılmıştır. Bir sistemi temsilen stokların, akışların ortaya konduğu, aralarındaki ilişkilerinin belirtildiği aşamada, işlemler STELLA'nın model kurma katmanında yapılmaktadır. Şekil 5.1'de STELLA ile çizilmiş bir stok-akış şeması örneği görülmektedir.



Şekil 5.1. STELLA yazılımında Hazırlanmış Nüfus Modelinde Stok - Akış İlişkisi

Yukarıdaki modelde nüfusun bir stok olarak temsil edildiği açıktır. Doğumlar bu stoğu artırıcı yönde bir akış oluştururken, ölümler ile stoğun seviyesi düşmektedir. Herhangi bir andaki stok miktarı ise incelediğimiz sistemdeki nüfusun büyüklüğünü verir.

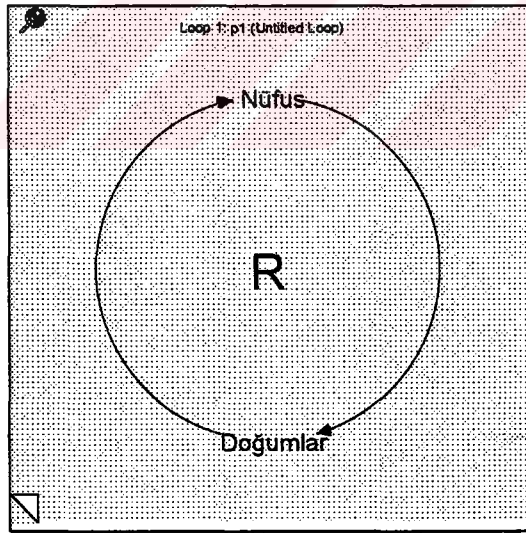
Daha önce de belirtildiği gibi, stoklar ve akışlar STELLA yazılım dilinin temel yapı taşlarıdır. Ancak, kaç akış ile ilişkilendirilmiş olursa olsun tek bir stoktan oluşan sistem çok sınırlı bir dinamik davranış gösterecektir. Zaten gerçek hayatta hemen hiçbir sistem tek stok ile ifade edilebilecek kadar basit değildir. Bu stok miktarı ile bazı oranların çarpılmasıyla başka başka değişkenler elde edilir, bu değişkenler başka akışları ve dolayısıyla başka stok miktarlarını etkilerler. Bütün bu stok sistemlerinin bir araya

getirilmesi aralarındaki geri beslemeli nedensellik ilişkilerinin kurulması ile bir mekanizma oluşturulmuş olur. Biraz kompleks bir yapı sergileyen bu mekanizmanın temsil ettiği sistem ise dinamik bir davranış sergileyecektir.

STELLA yazılım paketinin model kurma katmanına ait üçüncü yapı taşı, geri beslemeli döngülerdir. Bölüm 4.3.2.'de, “Dinamik Sistemlerde Geri Beslemeli İlişkiler” başlığı altında, ‘statik tek yönlü nedensellik ilişkileri’ ile ‘dinamik geri beslemeli nedensellik ilişkileri’ arasındaki temel farklar üzerinde durulmuş; bir sistemdeki iç ilişkilerin sistemin dinamik davranışı açısından ne kadar büyük bir rol oynadığı ayrıntılarıyla anlatılmıştı. STELLA, model kurma aşamasında veya sistem analizi sürecinde kullanıcıya geri beslemeli döngüleri özel olarak irdeleme imkânını sunmaktadır.

Bir sistemde görülen döngüler iki çeşittir:

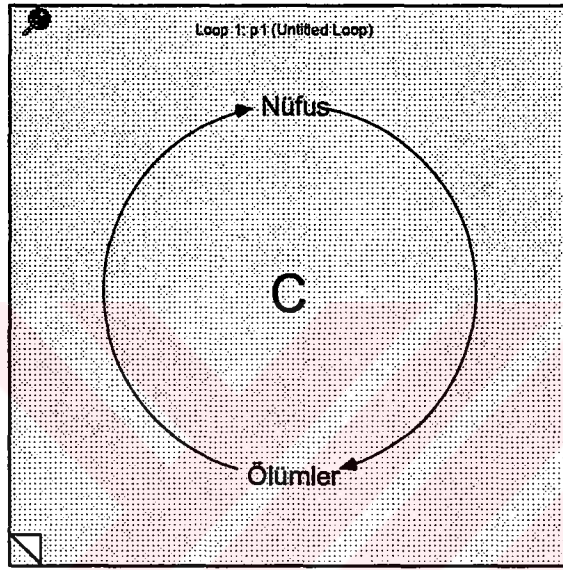
- (+) işaretli döngüler: Stokları çoğaltıcı etkileri vardır. Güçlendirici nitelik taşırlar.
- (-) işaretli döngüler: Stokları azaltıcı etkileri vardır. Dengeleyici, telafi edici nitelik taşırlar.



Şekil 5.2. STELLA Yazılımında Hazırlanmış Nüfus Modelinde Pozitif Yönlü Döngü

Şekil 5.1'deki model incelendiğinde, doğumların nüfus ile doğum oranının çarpımı şeklinde hesaplandığı açıkça görülmektedir. Bu durumda, nüfus ne kadar artarsa doğumlar da artacak; doğumlar arttıkça da nüfus artış gösterecektir. Burada oluşan pozitif yönlü döngü, STELLA paketinde Şekil 5.2'deki gibi ifade edilmektedir.

STELLA'nın çalışma prensibini açıklamak amacıyla hazırlanmış bu en basit nüfus modelinde bir de negatif işaretli döngü görülmektedir. Ölüm miktarı nüfus ile ölüm oranının çarpımı şeklinde meydana getirirken, ölüm miktarı nüfus ile ölüm oranının çarpımı şeklinde bulunmaktadır. Bu durumda nüfus ne kadar artarsa ölümler de belli bir oranda artacak, ancak ölümlerin azalması nüfusu azaltacaktır. Söz konusu negatif işaretli döngü, aşağıda yer alan Şekil 5.3'de görülmektedir.



Şekil 5.3. STELLA Yazılımında Hazırlanmış Nüfus Modelinde Negatif Yönlü Döngü

5.3.3. Denklemler Katmanı

Üst düzey harita katmanında ve model kurma katmanında yapılan işlemler neticesinde sistemin sınırları içinde yer alan elemanlar belirlenmekte ve bu elemanların birbirlerini ne şekilde etkiledikleri ortaya konmaktadır. Kullanıcı bu iki katmanı kullanırken STELLA paketi, söz konusu iç ilişkileri denklemler katmanında yazılı olarak ifade etmektedir. Kullanıcı bu diferansiyel denklemleri kendisi kurmaz, sadece sistemde yer alan değişkenlerin başlangıç değerlerini belirler. Simülasyon sürecinin işlemesiyle bu değerler değişecektir.

Diferansiyel denklemler sistemin herhangi bir andaki durumunun bir önceki durumuna bağlı olarak türetilmesini sağlayan eşitlikler kümesidir. Diferansiyel denklemlerin modelin yapısını temsil etmesi, bu denklemlerin model değişkenleri arasındaki

etkileşimi kontrol eden eşitlikler sistemi işlevini görmesi anlamına gelir. Sistemin yeni durumlarının belirlenebilmesi için eşitlikler periyodik olarak hesaplanmaktadır. Bu hesaplamalar “dt” uzunluğunda, birbirine eşit kısa zaman aralıklarıyla tekrarlanmakta ve sistemin zaman içindeki gelişimi simüle edilmektedir. Ancak STELLA kullanıcısı bu hesaplamalar ile karşı karşıya kalmamaktadır.



6.OTOGAZ PAZARI

6.1. Dünyada Alternatif Yakıtlı Araçların Gelişimi

1970'lerin başında yaşanan “Orta Doğu. Krizi” nedeniyle ve daha sonra da 1980'lerde ortaya çıkan konvansiyonel yakıt arzındaki problemler sonucunda, alternatif yakıtlar gündeme gelmeye başlamıştır. Alternatif Yakıtlı Araçlar, benzin ve mazot haricinde bir yakıt kullanan araçlardır. (LPG, CNG, LNG, H₂, Methanol, Ethanol, vs..) Zamanla arz kısıtı ortadan kalktığı halde, alternatif yakıtların çevre dostu olması önem kazanmıştır. Nitekim, hava kirliliğine en büyük olumsuz etki şehir içinde benzin veya mazot kullanan araçlardan gelmektedir.

Benzin ve mazota alternatif olarak kullanılan veya ilerki yıllarda kullanılabileceği düşünülen motor yakıtları şu şekilde sıralanabilir: (*Brumby, 1996*)

6.1.1. Yakın Dönemin Alternatif Yakıtları

LPG (Liquefied Petroleum Gas): Yakın dönem için kullanımı en pratik olan alternatif yakıttır. Bugün alternatif yakıtlar arasında önemli bir yere sahip olan LPG, 38 ülkede 4 milyondan fazla araçta kullanılmaktadır. LPG'nin otogaz olarak tüketimi 1997 yılında, yıllık 10 milyon tona ulaşmıştır. (*World LP Gas Association, 1998*). LPG'nin özellikleri, bir sonraki bölümde ayrıntılarıyla açıklanacaktır

CNG (Compressed Natural Gas): Sıkıştırılmış doğalgaz, emisyon açısından değerlendirilirse, LPG ile arasında belirleyici bir fark görülmez; yani LPG ve CNG aynı ölçüde çevre dostu sayılabilirler. Ancak, araç performansı ve dolum istasyonları kurma maliyeti açısından bakıldığında CNG, sıralamada LPG'nin ardında yer alır. Nitekim CNG istasyonu kurma maliyeti, gereken kompresör ünitesi ile birlikte 250,000 USD seviyelerine ulaşmaktadır. Ayrıca CNG dolum hızı LPG'ye göre daha yavaştır.

Alkoller: Methanol ve Ethanol'ün, özellikle Brezilya'da ve Güney Afrika'nın bazı ülkelerinde benzin ve dizele alternatif olarak kullanılmasının asıl sebebi, ithal edilen petrol ürünleri sebebiyle oluşan dışa bağımlılığı azaltmak olmuştur. Petrol bazlı bir yakıt olmamasından başka, çevre dostu olması da alkoller için bir avantajdır; ancak araçların mevcut yakıt sistemlerinde kullanılan malzemelere uyumsuzluğu ve devlet sübvansiyonuna ihtiyaç doğurması, methanol ve etanolu pratik olmaktan uzaklaştırmaktadır.

6.1.2. Gelecek Dönemin Alternatif Yakıtları

Elektrik: Sessiz çalışmaları, düşük hatta sıfır emisyon değerine sahip olmaları ve petrol bazlı olmamaları en önemli avantajlarıdır. Ancak, elektrikle çalışan araçların üretim maliyetini düşürmek ve batari sürelerini uzatmak amacıyla, daha uzun yıllar teknolojik gelişmelere ihtiyaç duyulacağı açıktır. Californiya Hava Kaynakları Kurulu, ABD'de 2001 yılının sonlarına doğru ciddiye alınabilecek bir elektrikli araç pazarının oluşacağını öngörmektedir.

Hidrojen: Aynı şekilde, H₂ ile çalışacak araçların da sessiz olmaları, düşük hatta sıfır emisyon değerleri ve petrol bazlı olmamaları en önemli avantajlarıdır. Avrupa'da Mercedes Benz ve BMW konuyla ilgili yoğun çalışmalar yürütmektedirler. Fakat henüz kanıtlanmamış teknolojileri hidrojenin araçlarda 2010 yılından önce yaygın olarak kullanılamayacağını göstermektedir.

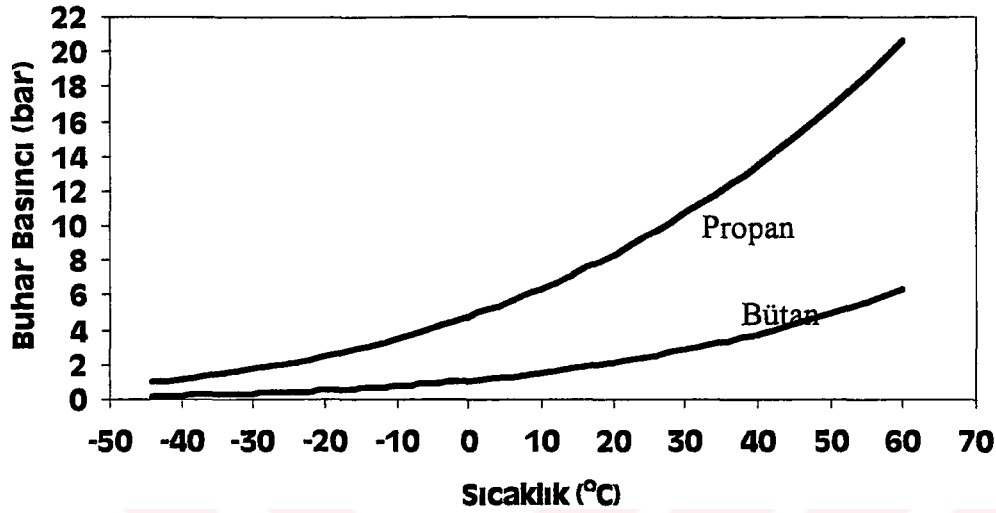
6.2. Alternatif Yakıt Olarak LPG Nedir?

Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (Liquefied Petroleum Gas) ağırlıkla propan (C₃H₈) ve bütandan (C₄H₁₀) oluşan bir hidrokarbon karışımıdır.

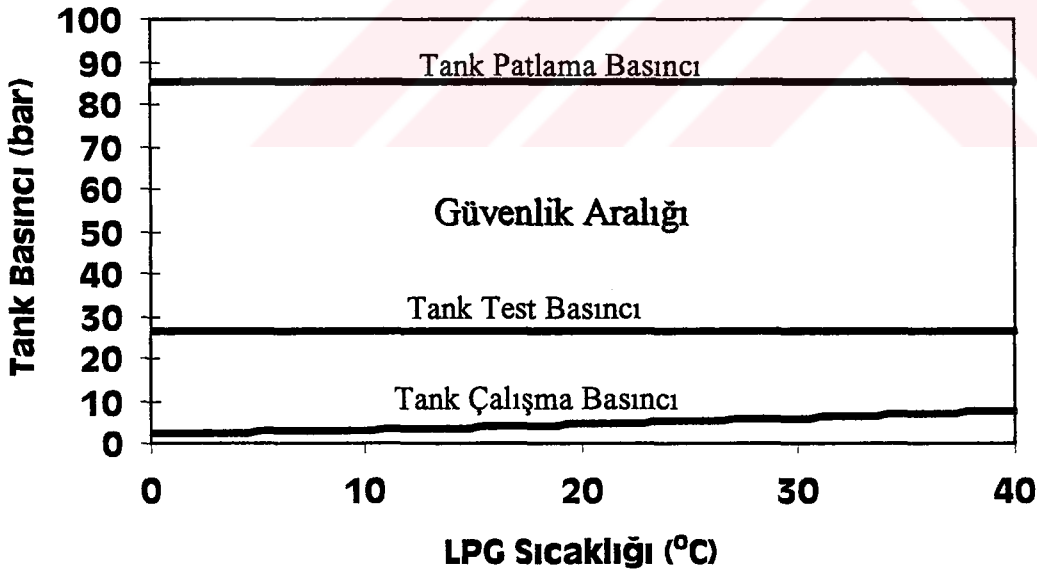
Normal sıcaklıkta basıncı arttırıldığında (sıkıştırıldığında) sıvı haline dönüşür. Basıncı düşürüldüğünde veya basınçlı ortamdan gaz fazındaki LPG çekildiğinde sıvı fazındaki LPG gaz fazına dönüşür. Sıvı fazından gaz fazına genleşme oranı 1:270 olduğundan sıvı halde depolanır ve taşınır.

Sıvılaştırılmış Petrol Gazı'nın teknik özellikleri EK A' da verilmiştir.

LPG'nin Basınç - Sıcaklık grafiği Şekil 6.2.1'de görülmektedir. LPG sıcaklığına bağlı olarak stoklama tankının ulaştığı basınç değerlerine ait grafik ise Şekil 6.2.2'de deki gibidir.



Şekil 6.1 LPG'nin Basınç – Sıcaklık Grafiği
(Yeni Bir Dökme LPG Uygulaması , 1996, s.4)



Şekil 6.2. Stoklama Tankı Basınç Grafiği
(Yeni Bir Dökme LPG Uygulaması, 1996, s.10)

Gaz fazındaki LPG, havadan yaklaşık 1.5 kat daha ağırdır ve serbest kaldığında yere çöker. Sıvılaştırılmış petrol gazının doğal bir kokusu yoktur, kaçakların tespit edilebilmesi için rafinerilerde kokulandırılır.

Araçlarda kullanılan LPG “otogaz” olarak adlandırılmaktadır. 1 litre otogaz, 1 litre benzine göre yaklaşık %30 daha az enerji içerir. LPG ile aynı mesafeyi gitmek için benzine göre daha fazla yakıt tüketmek gerekir. Ancak, gazın daha verimli yanması nedeniyle bu fark kapanır. Özellikle düşük hızlarda, veya ilk çalıştırmada, otogaz benzine göre daha verimli yanar.

Benzinle karşılaştırıldığında otogazın üstün ve zayıf yönleri şunlardır (Uçar, 1999) :

LPG

Üstün Yönler:

- Çift yakıtlı araçlar
- Yüksek yanma verimliliği
- Düşük eksoz gazları

BENZİN

- Yüksek enerji yoğunluğu,
- Ucuz ve kolay depolama
- Düşük üretim maliyeti
- Dünya çapında dağılım ağı

Zayıf Yönler:

- Dönüşüm bedeli
- Düşük enerji yoğunluğu
- Depolama ve taşıma zorluğu
- Yanma ile ortaya çıkan zararlı gazlar
- Yanma verimliliği faktörleri

6.3 Dünyada Otogaz Kullanımı

Dünya otogaz olarak tüketilen LPG’nin yaklaşık %92’sini tüketen ve en çok otogaz kullanılan ilk 10 ülkede, otogazın kullanım alanları Tablo 6.1.’de görülmektedir.

Gelişen teknoloji, hükümetlerin otogaz olarak kullanılan LPG fiyatlarını düşük tutmak için girişimleri ve çevre bilincinin artması Avrupa otogaz pazarının hızlı bir biçimde büyümesine neden olmuştur. 1994 yılından bu yana Avrupa otogaz talebi yılda ortalama %6.3 büyümüştür.

Yaşam standartlarının yükselmesiyle birlikte araç satışlarındaki artış hükümetleri araç emisyonları konusunda duyarlı olmaya yöneltmiştir. Özellikle Avrupa’da pek çok hükümet düşük emisyonlu yakıtların kullanılmasını bu yakıtları daha düşük

oranlarda vergilendirerek teşvik etmektedirler. LPG, çevre dostu ve CNG veya elektrığe oranla daha uygun bir yakıt olması nedeniyle tercih edilmektedir.

Tablo 6.1: Dünyada Otogazın Çeşitli Pazarlardaki Görelî Önemi
(*Automotive LP Gas Today's Fuel for a Cleaner Tomorrow, 1998., s.5*)

	Taksiler	Özel Araçlar	Şirket Filoları	Otobüsler	Komyonlar
Kuzey Kore	+++		+		
Japonya	+++	+			
Avusturalya	++	++	+		
İtalya	+	+++		+	
U.S.A.			+++		+
Hollanda	+	+++		+	+
Kanada	+		+++		
Meksika	+	+	+		
Eski Sovyetler Birliğı		+	+		++
Polonya	+	+++		+	

Tüm bu gelişmelerin Avrupa otogaz pazarı üzerinde olumlu etkileri vardır. Dünyada en büyük otogaz pazarı 1998 yılında 3,623,000 ton tüketimi olan Asya pazarı olmasına rağmen, bu pazar 1994 yılından bugüne sadece %1.5 büyümüşür. Avrupa otogaz pazarı ise 1994'ten bugüne %6.3 oranında büyüyerek 3,189,794 tona ulaşmıştır. Henüz büyüme aşamasında olan pazarlardan Afrika ve Avusturalya ise sırasıyla yılda ortalama %15 ve ve %7.1 büyümüşür.

İngiltere, Fransa, Portekiz, Macaristan, Polonya ve Türkiye pazarlarının 2003 yılına kadar yılda % 10'un üzerine büyüyeceğı tahmin edilirken, çeşitli ülkelerin büyüme oranları ve 2003 yılındaki tahmini otogaz talep Tablo 6.2'deki gibidir.

Bu ülkelerdeki büyüme büyük ölçüde hükümet teşvikleri ile sağlanmaktadır. Özellikle İngiltere'de 1996 yılında hükümet üyelerinin ve petrol ve enerji fimaları temsilcilerinin katılımıyla oluşturulan "Powershift" in kurulmasıyla birlikte LPG'nin otogaz olarak kullanılması teşvik edilmiştir. Powershift, araçların otogaz dönüşümü için teşvik sağlamak ve LPG kullanımını daha ekonomik hale getirmektedir.

Tablo 6.2 Avrupa Otogaz Pazarı
(*Automotive LP Gas Today's Fuel for a Cleaner Tomorrow, 1998, s.16*)

Ülkeler	Talepteki Büyüme (1998-2003) (%)	2003 Yılında Talep (Bin Ton)
İngiltere	151.2	250
Fransa	23.7	621
Türkiye	20.1	400
Macaristan	11.7	44
Polonya	11.1	550
Portekiz	11.1	30
Yunanistan	8.0	40
Belçika	7.0	115
Çek Cumhuriyeti	7.0	70
İspanya	3.7	60
İtalya	3.5	1,733
Hollanda	2.8	900
TOPLAM		4,813

Avrupa pazarında incelenen tüm bu ülkelerde LPG, toplam yakıt pazarı içindeki payını arttıracaktır. Büyümenin çok hızlı olmayacağı Yunanistan'da bile 2003 yılına kadar LPG, yakıt pazarındaki penetrasyon oranını %0.7'den %0.9' çıkaracaktır. LPG'nin penetrasyonu benzin ve dizel pazarlarına bağlıdır. Batı Avrupa pazarında araç sayısı nispeten statiktir, yeni araçların giderek daha az yakıt tüketmesi nedeniyle yakıt pazarı da statiktir. Doğu Avrupa pazarında ise yaşam standartlarının değişmesi nedeniyle araç sayısı hızla artmaktadır. Bu ülkeler de Avrupa Birliği üyeliğine verilen önem nedeniyle daha düşük emisyonlu yakıt tüketimine önem vermektedirler.

6.4. Araçların Otogaza Dönüşümü ve Teknolojik Faktörlerin Analizi

Daha önceki bölümlerde açıklandığı gibi, mevcut tüm alternatif yakıtlar arasında LPG, çevre koruma performansı, dönüşüm kolaylığı, araç kullanma kolaylığı ve araç performansı faktörleri açısından en avantajlı olanıdır.

Benzin kullanan araçlar LPG'ye dönüşerek;

- Daha az motor yağı kirlenmesi,
- Daha uzun buji ömrü,
- Benzinle benzer kullanma kolaylığı,



1. *Journal of Management Studies*, 1996, 33, 1, 1-14.

Aracın bagajına yerleştirilen özel tankta sıvı halde depolanan LPG, bakır boru ile motor bölümündeki LPG-elektrovalfine ve oradan da buharlaştırıcı-regülatöre gelmektedir (Bkz. Şekil 6.3). Buharlaştırıcı-regülatör sıvı haldeki LPG'yi motorun soğutma devresinden aldığı ısı yardımıyla buharlaştırmakta ve basıncını düşürmektedir. Gaz fazına geçen LPG, ayar vanasından geçtikten sonra, karbüratör üzerine monte edilen ve LPG ile havanın homojen bir şekilde çalışmasını sağlayan mikser gelmektedir. Karışımın buradan motorun silindir kısmına ulaşmasıyla yanma olayı gerçekleşmektedir.

Sistemin çalışma prensibi bu şekilde özetlendikten sonra, emniyetin sağlanması da kısaca şöyle açıklanabilir: Buharlaştırıcı-regülatör üzerinde bulunan elektrovalf, motorun ateşleme sisteminden aldığı komutla açılır veya kapanır. Kontak açılır fakat motor çalıştırılmazsa, valf elektronik sistemden aldığı komutla 5 saniye içinde otomatik olarak kapanır. Aracın kontağı kapatılıp motor durdurulduktan sonra, hem LPG-elektrovalfi hem de buharlaştırıcı regülatör üzerindeki elektrovalf kapanır. Ayrıca tank üzerinde bulunan multivalfin giriş ve çıkışları, bir gaz kaçağı durumunda otomatik olarak kapanan özel valfler ile donatılmıştır (*Sadıkoglu, 1999*).

I. Jenerasyon sistemiyle araçların otogaza dönüşümünün maliyeti, yaklaşık olarak 1000 – 1400 DM civarındadır. Bu ucuzluğun yanısıra, sözkonusu kitlerinin en önemli avantajı kullanım kolaylığıdır. Ancak, I.Jenerasyon sistemiyle çevre kirlenmesi bir ölçüde azaltılsa bile, Avrupa standartlarında (EEC 91/441) belirtilen egzoz gazı emisyon değerlerine ulaşamamaktadır (*Alankuş, 1995*).

Egzoz emisyon değerlerinin arzulan değerlere gelmesi, ancak daha karmaşık ve daha pahalı bir dönüşüm sistemi olan ve “2. Jenerasyon” diye adlandırılan kitlerin kullanılması sayesinde mümkün olabilmektedir.

6.5 Türkiye’de Otogaz Kullanımı

Türkiye’de ilk olarak 1993 yılında, LPG’nin benzine karşı fiyat avantajından yararlanmak isteyen bazı sürücülerin, yurt dışından getirilen dönüşüm ekipmanlarını da kullanarak ev tüplerini araçlarının bagajlarına monte ettirmeleriyle birlikte ilk otogaz örnekleri yaratılmıştır. Ancak emniyet valfleri kullanılmadan ve hiçbir standarda uymadan gerçekleştirilen bu dönüşümler sonucunda, çok sayıda yangın

vakasıyla karşı karşıya kalınmıştır. Bunun üzerine hükümet, araçlarda LPG kullanımına yasak getirmiştir.

1995 yılında Sanayi Bakanlığı, araç dönüşümleri ve istasyon kurulması konularında standartlar konması gerektiğini belirtmiş ve çalışmalar başlatmıştır. Bu arada, izinsiz de olsa LPG dönüşümleri, özellikle dönüşümde LPG tankı kullanılmaya başlanmasıyla hızla gelişmiştir. Talebin artmasıyla birlikte 1995 yılından itibaren otogaz istasyonları kurulmaya başlanmıştır. Mayıs 1998’de TSE 11939’un yayınlanmasıyla birlikte standartlar belirlenmiştir ve 1998 yılı sonunda pazarda faaliyet gösteren en çok satış noktasına sahip 7 firmanın toplam istasyon sayısı 128’e ulaşmıştır. Genelde akaryakıt istasyonlarından ayrı olarak kurulan bu istasyonların toplam gaz satışları, resmi rakamlara göre Aralık 1998’de 14.500 ton/ay olarak gerçekleşmiştir. İleride ayrıntıları anlatılacak olan fonsuz kaçak alışlar ile birlikte, Türkiye otogaz pazarının aynı dönemde, toplam 25.000-30.000 ton/ay seviyesine ulaştığı tahmin edilmektedir.

Pazarın akaryakıt istasyonlarında kurulan otogaz istasyonları lehine gelişmesi ve akaryakıt firmalarının da bu pazarda yer almak istemesi sonucu İpragaz-Türk Petrol stratejik işbirliği kurulmuş ve Demirören-Shell LPG tedarik anlaşması imzalanmış; Totalgaz ve BP Gaz gibi akaryakıt dağıtım ağı olan şirketler de bu pazarda faaliyet göstermeye başlamıştır.

Pazara girmek için otogaz ile ilgili mevzuatı bekleyen Aygaz da, bunun sağlanmasının ardından OPET ile çerçeve anlaşması imzalayarak Ağustos 98’den Aralık ayına kadar 13 adet istasyon açmıştır. Ayrıca, OPET’in büyük şehirlerin merkezlerinde yeterli sayıda istasyonu olmadığı için diğer akaryakıt firmalarının satış potansiyeli yüksek noktalardaki istasyonlarına da otogaz istasyonu kurulmaktadır.

1 Temmuz 1998’de Bakanlar Kurulu’nun “Hammadde ve Petrol Ürünlerinin Alım, Satım ve Fiyatlandırma Esasları” ilgili kararnamesinin resmi gazetede yayınlanması ile birlikte Otomatik Fiyatlandırma Mekanizması yürürlüğe girmiştir. Bu kararname uyarınca gaz dağıtım şirketleri, otogaz amaçlı olarak sattıkları LPG için Akaryakıt Fiyat İstikrar Fonu’na (AFİF) belli bir pay ödemeye başlamışlardır. Resmi gaz alış fiyatlarındaki artışın doğal olarak müşteriye de yansıtılması sonucunda, LPG’nin benzine karşı fiyat avantajı büyük ölçüde azalmıştır.

1998 yılı Türkiye Otogaz Pazarı için oldukça hareketli bir yıl olmuştur. Aygaz'ın otogaz pazarına girişi, İpragaz'ın Türk-Petrol istasyonlarında gaz satışına başlaması, Demirören'in Shell istasyonlarında faaliyet göstermeye başlaması gibi yeni gelişmeler otogaz pazarındaki tüm dengeleri bozmuştur. Bu yeni gelişmelerden olumsuz yönde etkilenen çeşitli firmalar devlete fon ödemeyerek kazandıkları avantajı fiyatlarına yansıtmışlardır. Nitekim bazı firmaların TÜPRAŞ'tan aldıkları gazı ev tüpünde kullanacaklarını beyan ettikleri, dolayısıyla AFİF payını ödemedikleri, fakat satın aldıkları bu kaçak gazı otogaz istasyonlarında sattıkları tespit edilmiştir. Aygaz'ı ve bu konuda hassas olan bazı diğer firmaları, fonsuz gaz satan diğer firmalara karşı zor durumda bırakan bu uygulamanın sona erdirilmesi için LPG Derneği girişimlerde bulunmuştur.

1999 yılı Ocak ayında Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, otogaza uyguladığı AFİF payını tüplügaz ve dökme gaz için geçerli olan fona eşitlemiştir. Böylelikle kaçak alışların önüne geçilmiş, ve daha önce otogaz piyasasında yaşanan pek çok olumsuzluğun da düzelmesi sağlanmıştır. Özellikle yerel şirketlerin bayilere yüksek kar vermelerinin, aşırı promosyon-düşük gaz fiyatı gibi uygulamaların, tüplü otogaz satışlarının ve tanker filosu kurarak otogaz pazarlaması yapan firmaların ortadan kalkması beklenmektedir. Bu yapının korunabilmesi durumunda daha istikrarlı bir pazar ortaya çıkacaktır. Ayrıca benzinle LPG arasındaki fiyat farkının artmasıyla birlikte, otogaza dönüşen araç sayısında da artış beklenmektedir.

Dünyada LPG'nin otogaz olarak kullanımı, çevreyi kirletmediği için hükümetlerce teşvik edilmektedir. Ancak ülkemizde kullanılan 1.jenerasyon kitleri nedeniyle henüz egsoz emisyon değerleri Avrupa standartlarına ulaşmamıştır. Dünyada sadece Doğu Avrupa, Orta Doğu ve Asya ülkelerinde kullanılan bu kitler, LPG kullanımında arzu edilen emisyon seviyelerine inmeyi sağlayamamaktadır. 2000 yılından sonra Türkiye'de katalitik konvertörlü araba üretilmeyecektir. 1999 yılında taksi olarak üretilen enjeksiyonlu ve katalitik konvertörlü Fiat Siena'nın devreye girmesi, Renault'un enjeksiyonlu motor üretimine başlayıp Siena'ya rakip yeni bir model geliştirmesi, taksilerin önümüzdeki yıllarda daha modern teknolojiye sahip olacaklarının işaretleridir. Bu gelişmelerle birlikte 2. Jenerasyon kitler kullanılmaya başlanacak ve kapalı devre olarak bilinen bu kitler sayesinde egsoz emisyon değerlerinin Avrupa standartlarına ulaşması mümkün olabilecektir.

6.5.1 Türkiye Otogaz Pazarında Faaliyet Gösteren Gaz Dağıtım Şirketleri

Otogaz istasyonu sayısının artması ve büyük firmaların otogaz pazarına girmesiyle pazarda faaliyet gösteren diğer gaz dağıtım şirketlerinin satışları düşme eğilimine girmiştir. İstasyonların satışlarının azalması nedeniyle finansal gücü yeterli olmayan firmalar yatırımlarını yavaşlatmıştır. Aynı zamanda standartlara uygun ve müşteri beklentilerini karşılayabilen otogaz istasyonlarının tercih edilmesiyle münferit istasyon yatırımları da yavaşlamıştır.

Bu yeni oluşumların devam etmesi durumunda 2001 yılından sonra pazarda faaliyet gösterecek 5 firma kalması beklenebilir. Bu firmalar, BP Gaz, Demirören, İpragaz, Totalgaz ve Aygaz'dır. Ayrıca mahalli bazı gaz dağıtım şirketlerinin otogaz faaliyetlerine kendi yörelerinde devam etmesine rağmen münferit istasyonu sayısının azalması da beklenebilir. Bu senaryoya göre ilerleyen yıllarda pazar lideri olan firmanın %20 civarında pazar payına sahip olması ve diğer firmaların da %10-20 arasında değişen pazar paylarıyla lideri takip etmesi beklenebilir.

İpragaz

1998 yılı Mayıs ayında Turcas Petrolcülük ile imzaladığı işbirliği anlaşmasının ardından İpragaz, Türk Petrol ve Tabaş istasyonları bünyesinde otogaz satışlarına başlamıştır. Daha çok Ankara Merkez, Kızılcahamam, Manavgat, Bolu, Bursa, Denizli, Diyarbakır, İstanbul, İzmir, Kocaeli, Malatya, Kahramanmaraş, Marmaris, Niğde, Adapazarı ve Samsun illerinde yapılanmıştır.

Otogaz konusunda yetişmiş teknik personele sahip olması ve dökmegazdan ayrı olarak oluşturulan otogaz teknik servis ağı İpragaz'ın avantajlarından biridir.

Demirören

Devlet ve kamu kuruluşları ile kuvvetli ilişkileri olan Demirören, otogaz pazarına ilk giren firmalardan biri olmasının yanı sıra araçlarda dönüşüm de yapmaktadır. Otogaz satışının yaklaşık %20'sini Shell'in kurduğu otogaz istasyonlarında yapan Demirören, Shell'in yaygın istasyon ağından ve marka imajından faydalanmaktadır.

Ancak, Shell istasyonlarında Demirören kurumsal kimliğinin olmaması ve Shell'in bir başka dağıtım firmasından LPG temin etme riski bu firmayı tehdit etmektedir. Münferit istasyonlarının çokluğu da otogaz pazarının akaryakıt istasyonu içindeki otogaz istasyonları lehine gelişmesi nedeniyle firmanın satışlarını olumsuz etkilemektedir.

Totalgaz

Otogaz piyasasına ilk giren firmalardan biri olması ve kısa sürede yaygınlaşması nedeniyle tüketici nezdinde kazandığı marka imajı Totalgaz'ın güçlü yönlerindendir. Ayrıca Totalgaz, dökme gaz pazarında elde edebileceğinden daha yüksek kar ve satış performansı için otogaz pazarına nispeten daha fazla önem vermektedir. İpragaz gibi Totalgaz da otogaz konusunda yetişmiş teknik personele ve otogaz teknik servis ağına sahiptir.

Nisan 1999'a kadar Total Oil ile anlaşamadığı içinle münferit istasyon kuran veya kendi potansiyelini karşılayacak kadar yaygın olmayan Elf istasyonlarında faaliyet gösteren Totalgaz, Total Oil ile anlaşarak otogaz pazarında önemli bir avantaj kazanmıştır.

BP Gaz

Global bir şirket olan BP, dünya çapında güçlü lojistiğe sahip olmanın yanı sıra teknolojik ve teknik bilgi birikimine de sahiptir. Güçlü finansal yapısı, marka imajı ve Türkiye çapında özellikle şehir merkezlerinde yaygın benzin istasyon ağı BP'nin avantajlarından biridir.

6.5.2 Türkiye Otogaz Pazarında AYGaz

Türkiye Otogaz Pazarı'nın Sistem Modelinin oluşturulduğu bu çalışmada, model içerisinde özellikle OtoAygaz alt sisteminin davranışları incelenecektir. Bundan dolayı, Aygaz firmasını daha detaylı incelemekte fayda vardır.

Aygaz A.Ş., Koç Holding bünyesinde Enerji Grubu'nda faaliyet gösteren bir şirkettir. 1961 yılında Gazsan Likid Gaz Ticaret ve Sanayi A.Ş. adı altında kurulmuştur. 1962 yılında Koç Topluluğu'nun Gazsan Şirketi'ni Ticari ve Sınai

olarak ikiye bölmek gereğini duymasıyla birlikte, sınai kısım için Gazal (Gaz Aletleri) A.Ş. adı ile ayrı bir şirket kurulmuş, bundan bir yıl sonra da Gazsan Likid Gaz Ticaret ve Sanayi Anonim Şirketinin ünvanı Aygaz Anonim Şirketi olarak değiştirilmiştir.

Ana faaliyet alanı LPG dağıtım ve pazarlaması olan şirketin kurulmasıyla birlikte; Türkiye’de LPG, mutfak gazı olarak evlerde kullanılmaya başlanmıştır. Halk arasında “tüpgaz” diye bilinen ve 2, 12, 24, 45 kg’lık tüpler içinde müşteriye sunulan LPG, büyük sanayi tesislerinin temel enerji ihtiyacını karşılamak üzere 35-180 m³’lük tanklar içinde “dökmegaz” adı altında yeni bir ürün olarak pazarda yerini almıştır. 1993 yılında Aygaz, dağıtım açısından güçlü bir lojistik altyapı gerektiren küçük tanklı sistemler kurmaya başlamış, böylece 0.5-10 m³’lük tanklar içinde küçük ölçekli endüstriyel tesislerin ve konutların da dökme LPG kullanmasına olanak sağlamıştır. Her ne kadar Aygaz A.Ş., 1994 yılından itibaren araçlarda LPG kullanılması ile ilgili çalışmalar başlatarak “otogaz” ürününün Türkiye’de pazarlanmasına öncülük etmişse de, araç dönüşümü ve istasyon kurma konularında güvenliği sağlayıcı standartlar oluşmadığı için otogazdan çekilmiştir. Gerekli emniyet standartlarının oluşmasına da katkıda bulunarak geçirdiği birkaç yıl içinde, standartlar konusunda bu kadar hassas davranmayan diğer firmalar otogaz pazarını yapılandırmaya başlamışlardır. Bu durumun doğal sonucu olarak, Aygaz A.Ş. 1998’de gerçek anlamda otogaz pazarına girdiğinde geç kaldığını farketmiştir.

1999 yılı sonu itibarıyla Aygaz A.Ş.’nin Türkiye LPG pazarındaki yeri, üç temel ürünü baz alarak, şu şekilde özetlenebilir :

- Tüplügaz: Yaklaşık 1300 bayisi ile gerçekleştirdiği yıllık 709,000 ton LPG satışı sayesinde %33’lük pazar payı ve pazar liderliği
- Dökmegaz: Yaklaşık 700 adet büyük tanklı, 2000 adet küçük tanklı sanayi müşterisi ve 4500’e yakın konut müşterisi ile gerçekleştirdiği yıllık 365,000 ton LPG satışı; bunun karşılığında % 40’lık pazar payı ile pazar liderliği
- Otogaz: Otogaz Pazarı, 1998 yılında yapılanmaya başlamış bir pazardır. Ayrıca, önceki bölümde bahsedilen kaçak otogaz alışı sebebiyle yılın ilk yarısında şirket satışlarının Petrol İşleri Bakanlığı tarafından tam olarak takip edilemesi mümkün olmamıştır. Bu sebeple, 1998’de tahmini olarak 180,000 ton’a ulaşan Türkiye oto LPG satışları içinde Aygaz 1,554 ton’luk otogaz satışı ile pazar lideri olmaktan çok

uzaktı. Ancak 1999 yılı sonunda 27,663 ton'a ulaşan otoaygaz satışları ile Aygaz'ın pazar payı %8 mertebelerine ulaşmıştır.

6.5.2.1 OtoAygaz SWOT Analizi

OtoAygaz Güçlü Yönler:

- Dökmegaz altyapısının kullanılabilirliği (Teknik servis ağı, tanker filosu, montaj firmaları, birikimli insan kaynağı vs.)
- Temin, stoklama, dolum ve dağıtım imkanları
- Aygaz markasının bilinirliğinin ve güvenilirliğinin OtoAygaz markasına katkısı
- Güçlü finansal yapı

OtoAygaz Zayıf Yönler:

- Otogaz pazarına geç girilmesi ve OtoAygaz istasyonlarının yeterince yaygın olmaması
- Çerçeve anlaşması yapılan OPET firmasının otogaz potansiyel müşterilerinin yoğun olduğu büyük şehir merkezlerinde yeterince yaygın olmaması

OtoAygaz Fırsatlar:

- Otogaz pazarının büyüme aşamasında olması
- Mevcut fiyat yapısıyla otogazın benzine göre yaklaşık % 60 daha ucuz olması
- OPET'in pazar payını arttırması ve şehir merkezlerinde yaygınlaşması
- Pazardaki araçların 2. jenerasyon araç kiti kullanmaya başlamasıyla birlikte otogaz kullanımının bazı dezavantajlarının ortadan kalkması
- Taksilerden sonra şirket filolarının da otogaz kullanmak için dönüşüm yaptırması

OtoAygaz Tehditler:

- Benzine göre daha ekonomik olan LPG'nin mevcut fiyat yapısının değiştirilmesi
- Akaryakıt firmalarının yoğun olarak otogaz pazarına girmesi
- Standartlara uygun olmayan istasyonlarda olabilecek kazaların pazarı ve kullanıcıları olumsuz etkilemesi

- Yeterli teknik bilgiye sahip olmayan kişiler tarafından yapılan araç dönüşümlerinin kazalara neden olması ve otogaz kullanımı hakkında olumsuz fikirlerin oluşması

6.5.2.2 OtoAygaz Pazarlama Karması

Bölümlendirme

Mevcut otogaz müşterileri taksi şoförleri olmakla birlikte hızla büyüyen bu pazarda, şirket filoları ve toplu taşıma araçları da potansiyel otogaz kullanıcıları olarak değerlendirilmektedirler.

Öncelikle Koç Topluluğu Şirketleri'nden başlayarak şirket filolarının da otogaza dönüşümleri sağlanacaktır. Bu çerçevede ilk adım Aygaz satış sorumlularının araçlarının otogaza dönüştürülmesi olacaktır.

Otogaz pazarında toplu taşıma araçları da potansiyel olarak kabul edilmektedir. Dünya pazarındaki gelişmelere paralel olarak bu araçların da otogaz kullanmaya başlaması beklenebilir.

Ürün

OtoAygaz istasyonlarında, otogaz pazarındaki tüm istasyonlarda olduğu gibi %30 propan ve %70 butan gazından oluşan miks LPG satılmaktadır. Ürün açısından firmalar arasında bir farklılık yoktur.

Dağıtım

OtoAygaz istasyonlarına yapılan LPG dağıtımı, tank ve ekipmanlarının Aygaz'a, aracın müteahhit firmalara ait olduğu kamyon tankerlerle gerçekleştirilmektedir. Söz konusu kamyon tankerler, Ambarlı, Aliğa Yarımca ve Dört Yol'da bulunan ana ikmal tesislerinden istasyonlara ikmal yapmaktadırlar. Mevcut durumda OtoAygaz istasyonları daha çok metropollerde yapılmış olduklarından bu dolun tesislerine yakındırlar. Ancak istasyonların sayısı arttıkça ve tesislerden uzaklara, kırsal kesimlere yayıldıkça, dağıtım yatırımlarını artırmak ve lojistik altyapıyı güçlendirmek gerekecektir.

Fiyat

Otomatik Fiyatlandırma Mekanizmasına göre, gaz dağıtım şirketlerinin TÜPRAŞ'tan satın aldıkları gazın fiyatı şu şekilde belirlenir. Suudi Arabistan LPG CIF-fiyatının son 5 günlük ortalaması alınır. Bu ortalamanın günlük dolar kuru ile çarpılmasıyla elde edilen ithal parite fiyatının üzerine, otogaz için belirlenen AFİF payının eklenmesi ve bu toplama %1 oranındaki Akaryakıt Tüketim Vergisi ATV'nin de ilave edilmesiyle rafineri satış fiyatı hesaplanır.

Rafineri Satış Fiyatı her şirket için aynıdır, ancak AFİF payının segmentler arasında farklılık gösterdiği dönemlerde, bazı firmaların satın aldıkları gazı otogaz amaçlı olarak satacaklarını beyan etmeme yöntemi ile fon ödemedikleri, dolayısıyla LPG'yi daha ucuza malettikleri bilinmektedir.

Otomatik Fiyatlandırma Mekanizması aynı zamanda, müşteriye satılacak LPG'nin azami fiyatını da belirlemekte ve şirketlerin bu fiyatı aşmamalarını sağlamaktadır. Şirketlerin istasyon pompa fiyatını oluştururken, rafineri satış fiyatı üzerine ekleyebilecekleri azami marj 132 USD/ton'dur. Nakliyeler için de 30 USD/ton'luk bir marj ayırmıştır. Tablo 6.3'de bir örnek üzerinde detaylıca görülebileceği gibi, Otogaz fiyat yapısında bu 132 USD'lik marjın dağıtımı, 60 USD istasyon, 20 USD ana bayi payı ve 52 USD ise Aygaz masraf ve kar payı olarak gerçekleştirilmektedir. (Örnek, otogaz için AFİF payının diğer LPG ürünleri ile eşitlendiği döneme aittir.)

Tablo 6.3 OtoAygaz Fiyat Yapısı

FİLİZLER İSTASYONU (ADAPAZARI)		
07/01/1999 (1 USD = 317,435 TL)		
S. Arabistan CIF	USD/ton	213
İthal Parite Fiyatı	TL/ton	67,579,042
AFİF	TL/ton	6,500,000
ATV (%1)	TL/ton	740,790
TÜPRAŞ Rafineri Satış Fiyatı	TL/ton	74,819,832
Nakliye	TL/ton	7,639,208
Aygaz'a Maliyet	TL/ton	82,459,040
Aygaz Payı (52 USD/ton)	TL/ton	16,368,462
Ana Bayi Payı (20 USD/ton)	TL/ton	6,350,000
İstasyona Maliyet	TL/ton	105,177,502
İstasyon Payı (60 USD/ton)	TL/ton	19,046,100
Pompa Fiyatı	TL/ton	124,223,602
Pompa Fiyatı (KDV Dahil)	TL/lt	80,000

6.5.2.3 OtoAygaz Hedef ve Stratejileri

1997 yılında 136 ton, 1998 yılında 1,554 ton, 1999 yılında ise 27,663 ton olarak gerçekleşen OtoAygaz satışlarının, 2000 yılında 86,000 tona çıkarılması hedeflenmektedir. Ayrıca 1999 yılında 70 olan otogaz istasyon sayısının 200'e çıkarılması planlanmaktadır.

Satışların ve pazar payının artırılması için aşağıdaki faaliyetler yürütülmektedir:

- **OtoAygaz İstasyon Sayısının Arttırılması:** Otogaz satış potansiyeli yüksek olan yerlerde OtoAygaz istasyonu açılacaktır.
- **İstasyon Satışlarının Arttırılması:** Otogaz satışları yerel kampanyalar, ilanlar ve promosyon malzemeleri ile desteklenecektir.
 - Yerel Kampanyalar: Bölgelerde OtoAygaz'ın tanıtımına yönelik reklam faaliyetleri düzenlenecektir. Hedef kitlesini taksi şoförlerinin oluşturduğu yerel radyolara ilanlar verilecek, OtoAygaz istasyonlarının yerlerini gösteren el ilanları taksi duraklarında dağıtılacaktır.
 - Gazete ve Dergi İlanları: Taksi şoförlerinin sık okudukları gazetelerde OtoAygaz ilanları verilecektir. Ayrıca Taksi, Taksicinin Dünyası gibi dergiler de kullanılarak hedef kitleye ulaşılması planlanmaktadır.
 - Promosyonlar: İstasyon satışlarının artırılması için, promosyonun çok önemli olduğu pazarda taksi şoförlerine yönelik ve direkt satışa verilen promosyon malzemeleri kullanılmaktadır. Araç kokusu, araç bezi, kalem, post-it, selpak kutusu ve benzeri promosyon malzemelerine bayilerin de katılımı sağlanarak ve otogaz alan her müşteriye dağıtılmaktadır.

7. OTOGAZ PAZARININ SİSTEM MODELİ

7.1. Problemin Tanımı ve Uygulama Olarak Seçilme Sebepleri

Önceki bölümde anlatılanlardan çıkarılacak sonuç Türkiye’de otogaz pazarının yeni ve büyümekte olan bir pazar olduğu ve henüz yapılanmasını tamamlamadığı yönündedir. Pazarın dinamiğini etkileyen, karar vericilerin müdahale edebilecekleri veya edemeyecekleri birçok değişken ve bunların arasındaki karmaşık ilişkiler söz konusudur. İlişkiler geri beslemeli nedensellik ilişkilerine dayanmakla birlikte, zaman içinde de tamamen değişebilmektedir.

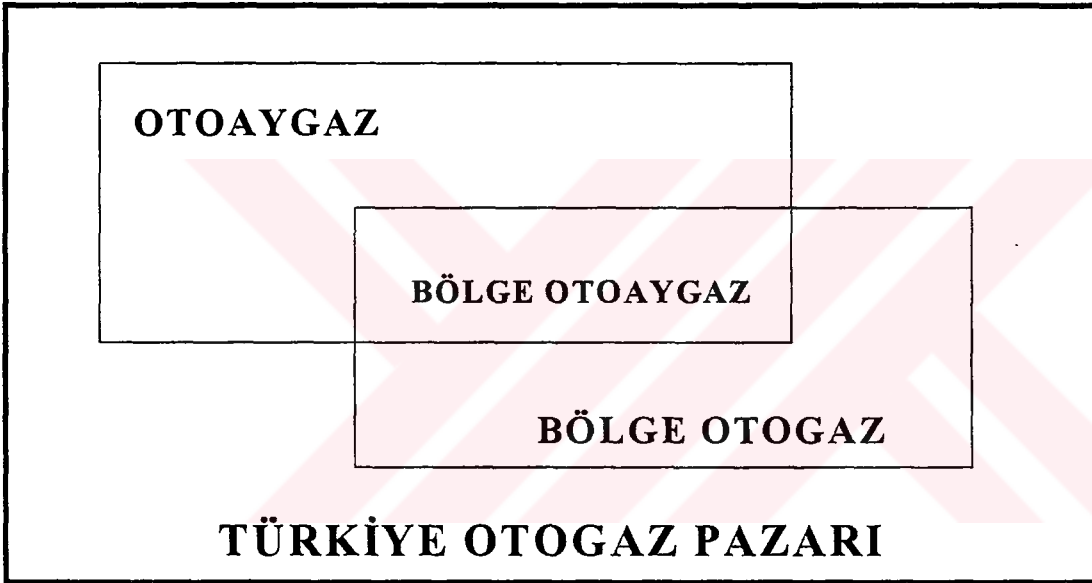
Herşeyden önemlisi, pazarda faaliyet gösteren şirketlerin karar verici pozisyonlarında bulunan insanlar, henüz öğrenme aşamasındadırlar. Alacakları kararların sistem davranışlarını nasıl değiştireceğini tam olarak bilememekle beraber, dış etmenlerde meydana gelmesi muhtemel değişikliklerin de pazara yansımalarını sağlıklı bir şekilde tahmin edememektedirler:

Nitekim, Otogaz Pazarının başarısı ile ilgili çok sayıda ve birbirini de etkileyen kriterler mevcuttur (*Horae, 1996*). Aşağıda listelenen bu kriterler, sistemin karmaşıklığını ortaya koymakta ve karar vericiler için sistemin dinamiğini öğrenmeyi zorunlu kılmaktadır.

- Devlet desteği
- Alternatif ürünler karşısında rekabet edebilir fiyat / yol vergisi
- Geniş dağıtım ağı
- Kaliteli araç dönüşüm kitleri
- LPG’nin bulunabilirliği
- Akaryakıt şirketlerinin ve dağıtıcılarının desteği

7.2. Otogaz Sistem Modelinin Sınırları

Çalışmada incelenen asıl sistem Türkiye otogaz pazarıdır. Ancak otogaz sistemi üzerinde yapılan çalışmalar, sistem davranışlarının bölgesel özellik gösterdiğini ortaya koymuştur. Nitekim metropollerde araç sayısından, birim araç başına yakıt tüketimine kadar birçok değişkenin değeri, aynı değişkenin kırsal bölgeler için aldığı değerlerden çok farklıdır. Daha da önemlisi, tüketicilerin tercih kriterleri bölgeden bölgeye değişiklik göstermektedir. Bu da otogaz sistemini metropoller ve diğer bölgeler olarak iki ayrı bölgede incelememizi gerektirmektedir.



Şekil 7.1. Otogaz Sistem Modelinin Sınırları

Aynı şekilde, farklı gaz dağıtım şirketlerinin bakış açısından bakıldığında sistemin davranışlarının farklılık gösterdiği çok açıktır. Şirketlerin herbiri birbirinden farklı politika ve stratejiler izlemekte ve müşterileri değişik özellikleriyle cezbetmeye çalışmaktadırlar. Gaz alış fiyatlarında bile zorunlu fonları ödemeyerek, kaçak gaz alışlarıyla kendilerine büyük fiyat avantajları sağlayan şirketler olduğu düşünülürse, otogaz sistemini bir de şirketler bazında alt sistemlerine ayırmak gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Çalışmada özellikle Aygaz A.Ş. açısından sistem incelenmiş; öğrenme amaçlı modelleme, Aygaz firmasındaki karar vericilerin bakış açıları esas alınarak yapılmıştır. Modelleme konusu olan sistemin sınırları ve alt sistemler, Şekil 7.1’de

görülmektedir. Sistem modeli oluşturulurken, modelin aşağıda sıralanan tüm alt sistemlerde inceleme yapmaya olanak sağlaması amaçlanmıştır.

- Türkiye Otogaz Pazarı Genel
- Bölgesel Otogaz Pazarı (Metropoller / Diğer)
- Aygaz Otogaz (OtoAygaz) Pazarı
- Belli bir bölge içinde OtoAygaz

7.3. Modelin Değişkenleri ve Etkileşimleri

Bölüm 4’de, bir Sistem Dinamiği Modeli kurmak için gereken aşamalar anlatılırken; öncelikle sistemin sınırları içinde yer alan elemanların belirlenmesi ve bu elemanların birbirlerini ne şekilde etkilediklerinin ortaya konması gerektiği vurgulanmıştı. Uygulamada da bu sıraya uyulacaktır. Nitekim, Şekil 7.1 ile Otogaz Sistem Modeli’nin sınırları ifade edilmiştir; bu sınırlar içinde yer alan elemanlar ve bu elemanlar arasındaki etkileşimler ise Şekil 7.2 ile ortaya konmuştur. “Dinamik, geri beslemeli, nedensellik ilişkisi”ni temel alarak oluşturulan şematik ifadede; değişkenler, etkiledikleri değişkenlere birer ok ile bağlanmışlardır. Etkileyenden etkilenene doğru yönlendirilmiş okların üzerinde, sözkonusu etkinin işaretini de görmek mümkündür. Sistem kapalı bir döngüyü ifade ettiği için, açıklamaya modelin herhangi bir noktasından başlanabilir. Ancak daha kolay anlaşılması için model, Şekil 7.2’de koyu harfler ile yazılmış **Araç Adedi**’nden başlanılarak açıklanacaktır.

Araç Adedi, Türkiye’deki toplam benzinli araçları gösteren değişkendir. Dizel araçlarda LPG’ye dönüşüm sonrası ikinci yakıt olarak mazot kullanılmadığından ve LPG’nin mazota karşı fiyat avantajı düşük olduğu için, dizel araçlar hedef kitle olarak görülmemektedir ve Otogaz Pazarı Sistem Modeli’nin sınırları içine alınmamıştır. Sistem sınırları içinde yer alan benzinli araçlar; ticari taksiler, şirket filoları, özel ve ticari amaçlarla kullanılan hususi araçlardan oluşmaktadır. Azalarak artan bir oranla bu benzinli araçların sahipleri, araçlarında otogaz kullanabilmek için gerekli dönüşümleri yaptırmaktadırlar. Bu oran modelde **Otogaza Dönüşüm Oranı** olarak ifade edilmiştir.

Söz konusu iki değişkenin çarpımı ile modelin asıl ilgi alanı olan **Otogaz Kullanan Araç Adedi**'ne ulaşılmaktadır. Araç Adedi ve Otogaz Kullanan Araç Adedi arasında pozitif yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu çok açıktır. Nitekim Araç Adedi arttıkça Otogaz Kullanan Araç Adedi de artacaktır. İki değişkeni birbirine bağlayan okun yönü ve üzerindeki (+) işareti bu ilişkiyi şematik olarak ifade etmektedir.

Müşteri, alternatif yakıtların uygulanmasında kilit rol oynamaktadır. Bir alternatif yakıt kullanmak, kendisi için hesaplı hale gelir gelmez kişi bu yola başvurur. Bu modelde otogaz, benzine alternatif olarak ortaya konduğuna göre; **Otogaz / Benzin Fiyat Oranı**, Otogaza Dönüşüm Oranı'nı birinci derecede etkileyen değişkendir. İlişkinin yönü negatiftir. Çünkü **km başına Otogaz Fiyatı'nın km başına Benzin Fiyatı'na** bölünmesiyle elde edilen bu oranın artması, otogazın benzin karşısındaki fiyat avantajını kaybetmesi anlamına gelecektir; dolayısıyla bu değişkenin değeri arttıkça Otogaza Dönüşüm Oranı düşecektir.

Otogaza Dönüşüm Oranı'nı negatif yönde etkileyen bir diğer değişken, otogazlı araçlarda görülen **Kaza Adedi**'dir. Aslında Oto LPG güvenilir bir yakıttır, hatta benzine oranla daha güvenilir olduğu kabul edilmektedir. LPG, depolanması ve taşınması sırasında tamamen kapalı basınçlı kaplarda tutulur. Oysa benzin sıvı halde saklanır ve bu da saçılma ve buhar kaçışı tehlikesi doğurabilmektedir. Bu açıdan bakıldığında benzinli araçların yangına sebebiyet verme ihtimalleri daha fazladır. LPG depolama sistemlerinin bütünlüğü ve güvenliği tüm dünyada tank/yıl cinsinden işletim değerleri ile kanıtlanmıştır. LPG Endüstrisi sürekli gelişmekte olup; teknik ilerlemeye, uygun standartlara ve Oto LPG kullanımını düzenleyen yönetmeliklere sürekli olarak uyarlanmaktadır. Ancak pazarın büyüklüğü ve halen büyüme aşamasında oluşu, bazı fırsatçı çevrelerin benzinli araçlarda **Standart Dışı Dönüşüm** yapmaları sonucunu doğurmaktadır. Güvenli bir dönüşüm için yaklaşık 1000 – 1500 DM tutarında bir **Dönüşüm İlk Yatırım Maliyeti**'nin gerekmektedir. Bu maliyetteki artış, Otogaza Dönüşüm Oranı'nın değerini düşüreceği gibi; ilk yatırım maliyetine rağmen otogazın benzine karşı fiyat avantajından yararlanmak isteyen potansiyel müşterileri, daha ucuza standartlara uygunsuz dönüşümler yapmaya yönelterek, Standart Dışı Dönüşüm Oranı'nın yükselmesine sebep olacaktır. Dolayısıyla otogaz kullanan araçlardaki **Kaza**

Oranı artacak; artan Kaza Adedi'nin de Otogaza Dönüşüm Oranı'nı düşürmesiyle negatif yönlü döngü tamamlanmış olacaktır. Burada unutulmaması gereken bir husus da, Standart Dışı Dönüşüm Oranı'nın diğer yandan Otogaz Kullanan Araç Adedi'ni arttırdığı; yani aynı değişken üzerinde hem negatif, hem de pozitif yönlü bir etki yarattığıdır.

Otogaz sistem üreticileri, benzinli araçlarda kullanılan sistemlere çok benzeyen çok noktalı sıralı enjeksiyon gaz sistemlerini geliştirmişler ya da geliştirmektedirler. Bu sistemlerin basitliği (depo, basınç regülatörü, yakıt rayı, enjektörler ve elektronik kontrol modülleri) ilke itibarıyla maliyet fiyatında bir düşüş sağlayabileceklerdir (*World LP Gas Association, 1998*). Ancak Dönüşüm İlk Yatırım Maliyeti'ni etkileyen bu teknik unsurlar çalışmanın konusu olan modelin dışında bırakılmıştır. Hatırlanacağı gibi Bölüm 2'de, yapılandırılmamış problemlerin özellikleri anlatılırken “en basit organizasyonel sistemde bile o kadar çok sayıda iç ve dış etmen ve bunların arasındaki karmaşık ilişkiler sözkonusudur ki; bu tip problemleri temsil etmek üzere hazırlanmış bir model, asla gerçeği tam ve kusursuz olarak yansıtamayacaktır” şeklinde bir yargıya varılmıştı. İşte uygulamada da yapılandırılmamış problemlerin belirtilen bu özelliği sebebiyle zorluk yaşanmıştır. Türkiye Otogaz Sistemi'nin sınırları belirlenirken, modelin amacına ulaşacak kadar gerçekçi olmasına, yani çok sayıda değişkeni barındırmasına dikkat edilmiş; ancak üzerinde çalışılamayacak kadar karmaşık olmasını engellemek amacıyla, bazı değişkenler de modelin dışında tutulmuştur. Örneğin Dönüşüm İlk Yatırım Maliyeti, Otogaza Dönüşüm Oranını ve Standart Dışı Dönüşüm Oranını etkileyen önemli bir değişkendir. Bu sebeple modelin içinde yer almaktadır. Ancak bu maliyeti etkileyen teknik hususlar bilinmesine rağmen, bu hususların da modele dahil edilmesinin çalışmayı zora sokacağı düşünülmüştür. Ayrıca öğrenme amaçlı olarak kurulan bu modelin kullanıcıları, otogaz sektöründe Pazarlama birimlerinde çalışan karar vericilerdir ki, yukarıda sayılan teknik unsurlar bu yöneticiler için birincil önem taşımamaktadır.

Daha önce de belirtildiği gibi, Türkiye Otogaz Pazarı'nı bölgesel olarak incelemek gerekmektedir. Sistemin davranışı büyük şehirlerde ve kırsal kesim olarak adlandırabileceğimiz diğer bölgelerde farklılaşmaktadır. Metropollerde Araç Adedi ve

Otogaza Dönüşüm Oranı bu değişkenlerin kırsal kesim için aldığı değerden farklıdır. Dolayısıyla Otogaz Kullanan Araç Adedi de iki bölgeye eşit dağılmamıştır. Türkiye genelindeki 132,000 ticari aracın yaklaşık 30,000 tanesi üç büyük şehirdedir ve özellikle büyük şehirlerde ticari taksilerin otogaza dönüşümü büyük ölçüde tamamlanmıştır. Model de bu ayrımları yapmaya uygun olarak tasarlanmıştır. **Bölge Araç Payı** diye adlandırılan bir oranın Otogaz Kullanan Araç Adedi ile çarpılması neticesinde **Bölgede Otogaz Kullanan Araç Adedi**'ne ulaşılmaktadır. STELLA paket programının ileriki bölümde açıklanacak “array” fonksiyonu sayesinde, iki tip bölgedeki sistem davranışları birbirine paralel olarak izlenebilecektir.

Araç Başına Birim LPG Tüketimi adı verilen parametre ve Bölgede Otogaz Kullanan Araç Adedi değişkeni, **Bölge Otogaz Satışları**'nı pozitif yönde nedensellik ilişkileri ile etkilemektedirler. **İstasyon Başına Ortalama Otogaz Satışları** ise Bölge Otogaz Satışları arttıkça artmakta, buna karşılık **İstasyon Adedi**'nin artmasıyla azalmaktadır. Ancak sözkonusu bölgedeki otogaz satışlarının artması pazara rağbeti artıracaktır. Bu rağbetin göstergesi olarak modele dahil edilen ve **Talep Etkisi** adını verdiğimiz parametre, ise pozitif yönlü bir ilişki ile İstasyon Adedi'ni etkilemektedir.

Artan Talep diğer şirketlerin istasyon sayıları üzerinde etkili olduğu gibi Aygaz A.Ş.'nin de istasyon açmasına sebep olmaktadır. **OtoAYGAZ İstasyon Adedi**'nin artması, Aygaz'ın **Erişilebilirlik** özelliğini yükselteceğinden **İstasyon Başına OtoAYGAZ Satışı**'nı artıracaktır. Pazarın tümü için hesaplanan İstasyon Başına Ortalama Otogaz Satışı, Erişilebilirlik ve **Tercih Edilirlik** kriterlerine göre şirketten şirkete değişiklik göstermektedir. Müşteri için öncelikle ihtiyaç duyduğu zamanda ve mekanda otogaz satışı yapan bir istasyon bulmak önemlidir. İhtiyaç duyduğu zaman ve mekanda birden fazla şirketin istasyonuna ulaşabiliyorsa; fiyat, marka bilinirliği ve güvenilirliği, istasyonda verilen promosyonlar gibi çeşitli faktörlerin etkisi ile bir tercih yapmaktadır. Bu durumda Aygaz A.Ş **Reklam ve Promosyon Bütçesi**'nden OtoAYGAZ'a ne kadar çok pay ayırırsa, Tercih Edilirlik oranını o ölçüde kendi lehine çevirecektir.

Doğal olarak şirketler, reklam ve promosyon bütçelerini cirolarının belli bir oranı ile sınırlı tutmaktadırlar. **OtoAYGAZ Ciro**su ise miktar olarak **OtoAYGAZ Satışları** ile **OtoAYGAZ Satış Fiyatı**'nın çarpımından oluşur. Bu durumda OtoAYGAZ Satış fiyatı

arttıkça, bir yandan cironun artışı sebebiyle OtoAYGAZ istasyonları daha çok promosyon dağıtabilecek ve yapılacak reklamlarla marka ederi yükseltilecek; diğer yandan Aygaz A.Ş. dışında kalan şirketlerin fiyatlarına oranla, satış fiyatında daha fazla artış yapmak Aygaz'ın tercih edilirliliğini azaltacaktır. Görüldüğü gibi yapılandırılmamış problemlerin en önemli özelliklerinden biri ile yine karşı karşıya kalınmıştır. Fiyat değişkeni, Tercih Edilirlik değişkenini bir koldan artırıcı, diğer koldan ise azaltıcı yönde etkilemektedir.

Tercih Edilirlik ve Otogaza Dönüşüm Oranı üzerinde önemli etkisi olan Otogaz Fiyat Yapısı, Türkiye Otogaz Pazarı Sisteminin önemli bir elemanıdır. Öğrenme amaçlı olarak kurulan bu modelde fiyat yapısının iyice özümsemesi karar verici konumundaki yöneticiler açısından büyük önem taşımaktadır. Şu anda Türkiye Otogaz Pazarı'nda gelecekte ne olacağı en belirsiz olan değişken fiyattır. (Şekil 7.3.'de otogaz fiyat yapısını aşağıda anlatılan ayrıntıda görmek mümkündür) Çalışmanın sekizinci bölümünde üretilecek senaryolar da genellikle bu fiyat yapısı ile ilgili olacaktır.

1 Temmuz 1998'de Bakanlar Kurulu'nun "Hammadde ve Petrol Ürünlerinin Alım, Satım ve Fiyatlandırma Esasları" ilgili kararının resmi gazetede yayınlanması ile birlikte Otomatik Fiyatlandırma Mekanizması yürürlüğe girmiştir. Otomatik Fiyatlandırma Mekanizmasına göre, gaz dağıtım şirketlerinin TÜPRAŞ'tan satın aldıkları gazın fiyatı şu şekilde belirlenir. Suudi Arabistan LPG CIF-Fiyatı'nın son 5 günlük ortalaması alınır. Bu ortalamanın günlük dolar kuru ile çarpılmasıyla elde edilen ithal parite fiyatının üzerine, **Otogaz AFİF Payı**'nın eklenmesi ve bu toplama %1 oranındaki Akaryakıt Tüketim Vergisi **ATV**'nin de ilave edilmesiyle rafineri satış fiyatı hesaplanır. Çıkan sonuç, modelde **Resmi Otogaz Alış Fiyatı** olarak isimlendirilmiştir.

Rafineri Satış Fiyatı her şirket için aynıdır, ancak AFİF payının segmentler arasında farklılık gösterdiği dönemlerde bazı firmaların TÜPRAŞ'tan aldıkları gazı ev tüpünde kullanacaklarını beyan ettikleri, dolayısıyla AFİF payını ödemedikleri, daha ucuza malettikleri bu kaçak gazı otogaz istasyonlarında sattıkları tespit edilmiştir. Aygaz ve bu konuda hassas olan bazı diğer firmalar, **Kaçak Alış Fiyatı** üzerinden satış fiyatı belirleyen diğer firmalara karşı zor durumda kalmıştır. 1999 yılı Ocak ayında Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, otogaza uyguladığı AFİF payını tüplü gaz ve dökme gaz için

geçerli olan fona eşitlemiştir. Böylelikle kaçak alışların önüne geçilmiş, ve daha önce otogaz piyasasında yaşanan pek çok olumsuzluğun da düzelmesi sağlanmıştır. Bu yapının korunabilmesi durumunda daha istikrarlı bir pazar ortaya çıkacaktır.

Ancak benzinle LPG arasındaki fiyat farkı giderek açılmaktadır. Petrol İşleri Bakanlığı'nın benzinden aldığı ATV oranı %500 iken bu oran otogazda sadece %1'dir. Bu durum **akaryakıtçıların lobi faaliyetlerine** başlamasına sebep olabilir. Senaryolar bölümünde daha detaylı inceleneceği gibi; çeşitli yöntemlerle otogazın fiyatının artırılması ve benzin ile arasındaki uçurumun kapatılması yoluna gidilebilir. Sistemdeki değişkenler arasındaki etkileşimler, böyle bir durumda karşılaşılabilecek manzarayı karar vericiye sunacaktır.

Şirketlerin istasyon pompa fiyatını oluştururken, rafineri satış fiyatı üzerine ekleyebilecekleri marj maksimum 132 USD/ton'dur. Ayrıca nakliyeler için de 30 USD/ton'luk bir marj ayırmıştır. Gaz Dağıtım Şirketleri, serbest rekabet koşulları çerçevesinde bu marjın istedikleri kadarını kullanabilmekte ve birbirlerinden farklı pompa fiyatları belirleyebilmektedirler. Kaçak alış sözkonusu olmasa bile, modelde görülen **Ortalama Otogaz Satış Fiyatı ile OtoAYGAZ Satış Fiyatı** arasındaki fark bu marjın kullanımından kaynaklanmaktadır.

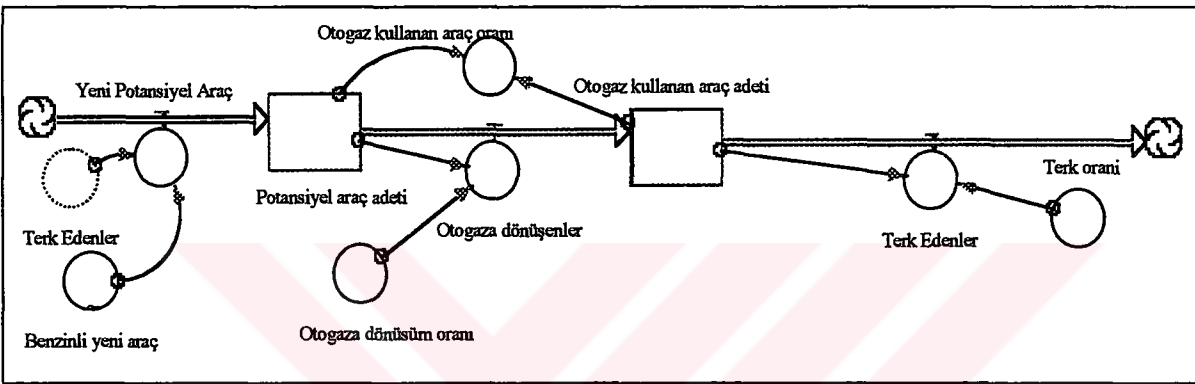
Son olarak belirtilmesi gereken husus, klasik arz-talep kuralları gereğince, Otogaz Satışlarının artmasının Otogaz Satış Fiyatını artırıcı yönde bir **Talep Etkisi** ortaya koymasıdır. Satışları iyi giden şirket doğal olarak, 162 USD'lık marjın tamamını kullanarak fiyatlarını artırma konusunda daha cesur olacaktır.

7.4. Otogaz Sistem Modeli - STELLA

Otogaz modelinin değişkenleri arasındaki etkileşimler bir önceki bölümde ayrıntılarıyla açıklanmıştır. Bu etkileşimlerin STELLA paketini kullanarak modele yansıtılmasıyla elde edilen şematik ifade, genel haliyle Şekil 7.3.'de görülmektedir. Çalışmanın daha anlaşılır olması için bu şekil parçalara ayrılacak; stoklar ve akışlar ile sözkonusu akışı etkileyen değişkenler ayrı ayrı ele alınacaktır.

7.4.1. Otogaz Sistem Modeli'ndeki Stoklar ve Akışlar

Önceki bölümde de belirtildiği gibi, sistem kapalı bir döngüyü ortaya koyduğu için, açıklamaya modelin herhangi bir noktasından başlamak mümkündür. Ancak modelin değişkenleri arasındaki iç ilişkilerin anlatıldığı bölümde olduğu gibi, başlangıç noktası olarak Türkiye’de otogaz kullanan araç adedini gösteren stok ve bu stoğa etki eden akışlar ele alınacaktır.



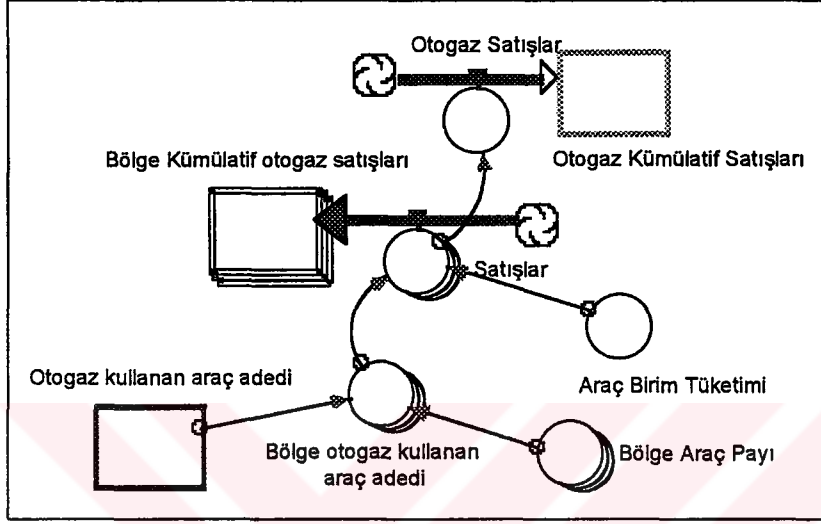
Şekil 7.4. Stoklar ve Akışlar - Araç Adedi

Benzin kullanan araçlar otogaza dönüşebilecek potansiyel araçlar olarak kabul edilmektedir. Şekil 7.4.’den görülebileceği gibi; otogaz dönüşümü yaptıran araçlar, potansiyel araçlar adı verilen stoğu azaltıcı yönde bir akış oluştururlar. Piyasaya yeni sürülen benzinli araçlar ile daha önceden otogaz kullanıp da terk etmiş araçların toplamı ise yeni potansiyel araçları oluşturur ve sözkonusu stoğu artırıcı yönde bir akış oluştururlar.

Potansiyel araç adedi ve otogaza dönüşüm oranının çarpımı ile elde edilen otogaza dönüşen araçlar, otogaz kullanan araç adedi stoğunu artıran akışı belirler. Bu stoğu azaltan akış terk eden araçlar ismini almıştır ve stok değeri ile terk oranı katsayısının çarpımı ile bulunur.

Daha önce de belirtildiği gibi, otogaz satışlarını bölgesel olarak incelemek üzere “array” fonksiyonu kullanılmıştır. Bu sayede “büyük şehirler” ve “kırsal kesim” olarak adlandırdığımız iki bölgedeki sistem davranışları, birbirine paralel olarak

izlenebilmektedir. Şekil 7.5’de görülen **Bölge Kümülatif Otogaz Satışları** stoğu aslında iki ayrı stoktur. Birincisi “Metropollerdeki Kümülatif Otogaz Satışları”, ikincisi ise “Diğer Bölgelerdeki Kümülatif Otogaz Satışları” olan iki stok, görsel açıdan incelenmesi kolaylaşsın diye üstüste konulmuş gibi düşünülebilir.



Şekil 7.5. Stoklar ve Akışlar – Otogaz Satışları (Bölgesel ve Genel)

Aynı şekilde, **Bölge Araç Payı** değişkeni de “Metropollerin Payı” ve “Diğer Bölgelerin Payı” adlı iki oranın bir arada ifade edilmesi şeklinde düşünülebilir. Bu iki oranın toplamı 1’e eşittir. Sonuçta, otogaz kullanan araç adedi stok değerini metropollerin payı ile çarptığımızda, metropollerde otogaz kullanan araç adedine ulaşılmaktadır. Otogaz kullanan araç adedini diğer bölgelerin payı ile çarptığımızda, diğer bölgelerde otogaz kullanan araç adedine ulaşılmaktadır. STELLA paketi, model kurma katmanında array fonksiyonunun kullanılması ile bu şekilde ifade edilen eşitliği, denklemler katmanında şu şekilde iki ayrı denkleme dönüştürür:

$$\text{Bölge_otogaz_kullanan_arac_adedi}[\text{Metropol}] = \text{Otogaz_kullanan_araç_adeti} * \text{Bölge_Arac_Payı}[\text{Metropol}]$$

$$\text{Bölge_otogaz_kullanan_arac_adedi}[\text{Diğer}] = \text{Otogaz_kullanan_araç_adeti} * \text{Bölge_Arac_Payı}[\text{Diğer}]$$

Yine bir array fonksiyon olarak, metropollerde otogaz kullanan araç adedini, araç birim tüketimi ile çarptığımızda metropollerde yapılan satışlara ulaşılmakta; diğer bölgelerde otogaz kullanan araç adedini, araç birim tüketimi ile çarptığımızda diğer bölgelerde

yapılan satışlara ulaşılmaktadır. Bu satışlar bir stokta birikir, ve bölgesel olarak (metropol ve diğer) takibi sağlanır.

$Satılar[Metropol] = Bölge_otogaz_kullanan_arac_adedi[Metropol] * Arac_Br_Tüketimi$

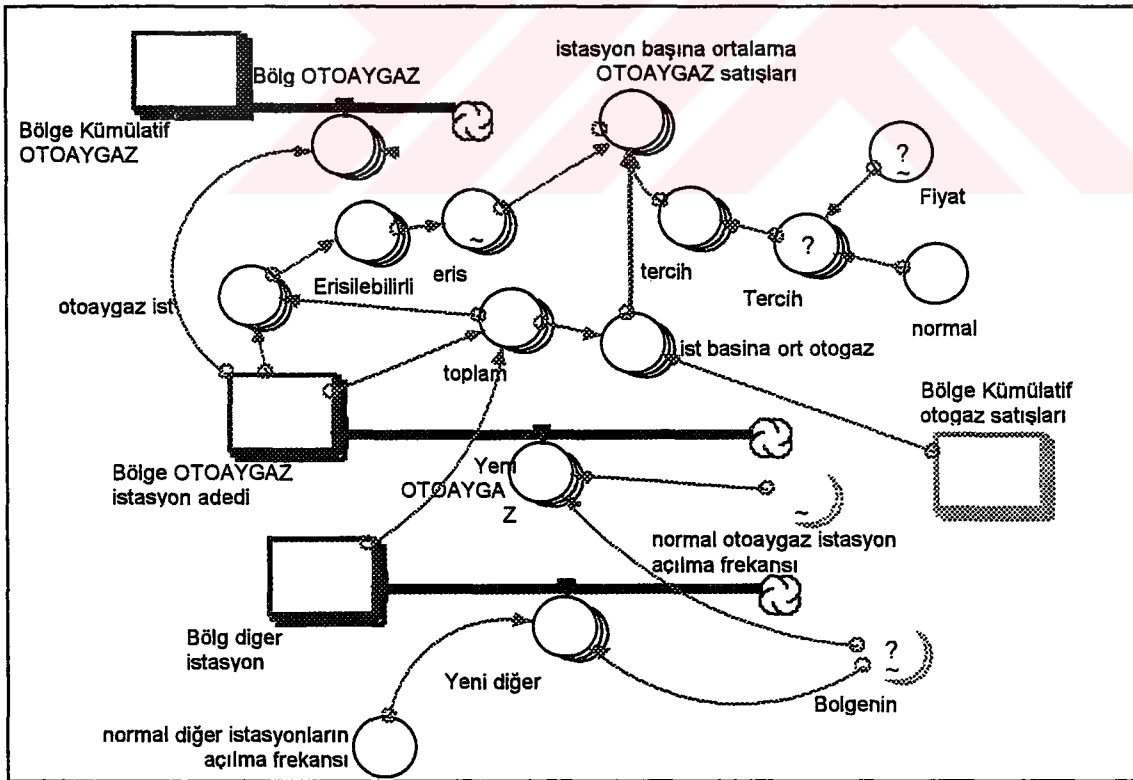
$Satılar[Diger] = Bölge_otogaz_kullanan_arac_adedi[Diger] * Arac_Br_Tüketimi$

Ayrıca Şekil 7.5'in üst kısmında görülen bir diğer stok-akış ile bu satışlar toplanır ve **Otogaz Satışlarına** ulaşılır. Bu değer bölgesel değil, geneldir ve STELLA bunu ARRAYSUM fonksiyonu ile hesaplar. Aşağıdaki formülde Satılar[*] ifadesi her iki bölgedeki satışı birden anlatmak içindir.

$Otogaz_Satılar = ARRAYSUM(Satılar[*])$

Bu şekilde bulunan genel otogaz satışları akışı bir stokta biriktirilir ve **Kümülatif Otogaz Satışları**'nı takip etmemize olanak sağlanmış olur.

Detaylı olarak anlatılanlara ilaveten, modelde beş ayrı stok-akış daha mevcuttur.



Şekil 7.6. Stoklar ve Akışlar – Otogaz İstasyon Adetleri (Aygaz ve Diğer)

Bunlardan istasyon adetlerini gösterenler yine array fonksiyon olarak ifade edilmiştir. Böylelikle metropollerde ve diğer bölgelerde açılan **Otoaygaz istasyonlarını** tek bir stok-akış şemasında; metropollerde ve diğer bölgelerde açılan **diğer gaz dağıtım şirketlerine ait otogaz istasyonlarını** da yine tek bir stok-akış şemasında görmek mümkündür. Şekil 7.6.'dan da görülebileceği gibi; bölgesel olarak bu iki stok değeri toplandığında, toplam (Aygaz ve diğer şirketler) istasyon sayısına erişilir.

Bölge Kümülatif Otogaz Satışlarının toplam istasyon adedine bölünmesiyle istasyon başına ortalama otogaz satışları bulunur. Ancak pazarın tümü için hesaplanan bu değer, Erişilebilirlik ve Tercih Edilirlik kriterlerine göre şirketten şirkete değişiklik göstermektedir. Aygaz'ın tercih edilirlik ve erişilebilirlik grafikleri neticesinde, istasyon başına ortalama Otoaygaz satışı bulunur. Bulunan bu değer, yine bir array formülasyonu ile Bölge Otoaygaz istasyon adetleri ile çarpılarak Bölge Otoaygaz Satışları'na ait akışa ulaşmamızı sağlar. Dönemsel olarak hesaplanan bu değer bir akış olarak kabul edilir de bir stokta biriktirilirse **Bölge Kümülatif OtoAygaz Satışları** bulunmuş olur:

Bölg_OTOAYGAZ_Satislar[Metropol] =
ist_bas_ort_OTOAYGAZ_satislari[Metropol]*Bölg_OTOAYGAZ_istasyon_adi[Metropol]

Bölg_OTOAYGAZ_Satislar[Diger] =
ist_bas_ort_OTOAYGAZ_satislari[Diger]*Bölg_OTOAYGAZ_istasyon_adi[Diger]

Şekil 7.3'ün sol üst köşesinde görülen son iki stok-akış ise genel olarak Otoaygaz satışlarına ve cirosunu gösterir. Nitekim yine bir ARRAYSUM fonksiyonu ile bölgesel otoaygaz satışları toplanır. Bulunan Otoaygaz Satışları, OtoAygaz Satış Fiyatı ile çarpılınca Otoaygaz Ciro su bulunur ve bu akışın biriktiği stok **OtoAygaz Kümülatif Ciro** adını alır.

OTOAYGAZ_Satislar = ARRAYSUM(Bölg_OTOAYGAZ_Satislar[*])

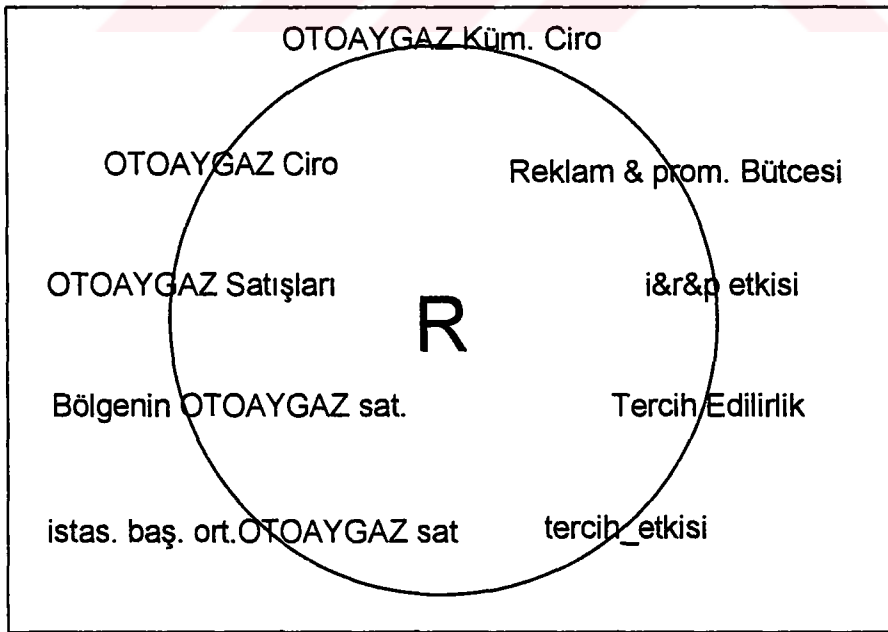
OTOAYGAZ_Ciro = OTOAYGAZ_Satislar*OTOAYGAZ_Satis_Fiy

7.4.2. Otogaz Sistem Modeli'ndeki Döngüler

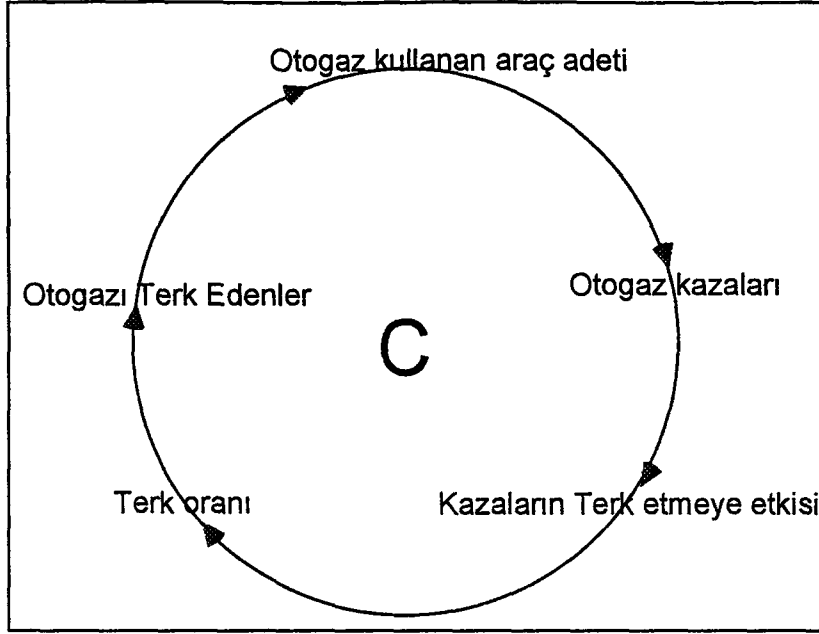
Modelde iki adet pozitif işaretli döngü ve iki adet negatif işaretli döngü vardır.

Pozitif işaretli döngü, bir önceki bölümün sonunda hesaplama yöntemi gösterilen OtoAygaz cirosundan reklam ve promosyon için belirli bir oranda pay ayrılması sebebiyle oluşmaktadır. Müşteri için öncelikle ihtiyaç duyduğu zamanda ve mekanda otogaz satışı yapan bir istasyon bulmak önemlidir. İhtiyaç duyduğu zaman ve mekanda birden fazla şirketin istasyonuna ulaşabiliyorsa; fiyat, marka bilinirliği ve güvenilirliği, istasyonda verilen promosyonlar gibi çeşitli faktörlerin etkisi ile bir tercih yapmaktadır. Doğal olarak şirketler, reklam ve promosyon bütçelerini cirolarının belli bir oranı ile sınırlı tutmaktadırlar. Bu durumda Aygaz A.Ş **Reklam ve Promosyon Bütçesi**'nden OtoAYGAZ'a ne kadar çok pay ayırırsa, Tercih Edilirlik oranını o ölçüde kendi lehine çevirecektir.

Şekil 7.7'de de görülebileceği gibi tercih edilirliğin artması Aygaz için istasyon başına ortalama otoaygaz satışının artması anlamına gelir. Bu da satışlar ve tabii olarak ciroyu artırıcı bir etki yapar. Cironun artması ise promosyonlar için daha fazla kaynak ayrılması sonucunu doğurur ve döngü, çoğaltıcı yönde bu şekilde devam eder.



Şekil 7.7. Pozitif İşaretli Döngü - Ciro



Şekil 7.8. Negatif İşaretli Döngü – Kazalar

Otogaz kullanan araç adedini ve dolayısıyla otogaz satışlarını negatif yönde etkileyen değişken, otogazlı araçlarda veya otogaz dolum istasyonlarında görülen **Kaza Adedi**'dir. (Bkz. Şekil 7.8) Aslında Oto LPG güvenilir bir yakıttır, hatta benzine oranla daha güvenilir olduğu kabul edilmektedir. LPG Endüstrisi sürekli gelişmekte olup; teknik ilerlemeye, uygun standartlara ve Oto LPG kullanımını düzenleyen yönetmeliklere sürekli olarak uyarlanmaktadır. Ancak pazarın büyüklüğü ve halen büyüme aşamasında oluşu, bazı fırsatçı çevrelerin benzinli araçlarda Standart Dışı Dönüşüm yapmaları sonucunu doğurmaktadır. (Araçlarda yapılan dönüşümler, Avrupa standardı olan ECE-R 67 den birebir tercüme edilerek TSE tarafından uygulamaya alınmıştır. Bu nedenle standardın tartışılacak bir noktası yoktur.)

Türkiye'de dönüşümü çok ciddi olarak yapan büyük firmalar olmakla beraber, yurtdışından ekipman ithal edilerek getirilen malzemelerin yetkisiz elemanlarca montajını yapan firmalar da mevcuttur. Benzinli bir aracın otogaza çevrilmesi için şu işlemlerin yapılması gerekmektedir. Önce Sanayi ve Ticaret Bakanlığından yetkilendirilmiş bir dönüşüm firması bulunmalıdır. Bu firmada araca uygun dönüşüm projesi çizilmeli ve proje mutlaka İl Sanayi ve Ticaret Müdürlüklerine tasdiklenmelidir. Bu işlemden sonra Ülkemize resmi yollardan ithal edilmiş ve TSE onaylı ekipmanın çizilen projeye göre

montajı yapılmalıdır. Bu işlem bittiğinde mutlaka Trafik Tescil Bürolarına başvurarak aracın LPG ile çalıştığının tescili yaptırılmalıdır.

Güvenli bir dönüşüm için yaklaşık 1000 – 1500 DM tutarında bir Dönüşüm İlk Yatırım Maliyeti'nin gerekmektedir. Bu maliyetteki artış, Standart Dışı Dönüşüm Oranı'nın yükselmesine sebep olacaktır. Dolayısıyla otogaz kullanan araçlardaki Kaza Oranı artacak; artan Kaza Adedi'nin de Otogaza Dönüşüm Oranı'nı düşürmesiyle negatif yönlü döngü tamamlanmış olacaktır. Burada unutulmaması gereken bir husus da, Standart Dışı Dönüşüm Oranı'nın diğer yandan Otogaz Kullanan Araç Adedi'ni arttırdığı; yani aynı değişken üzerinde hem negatif, hem de pozitif yönlü bir etki yarattığıdır.

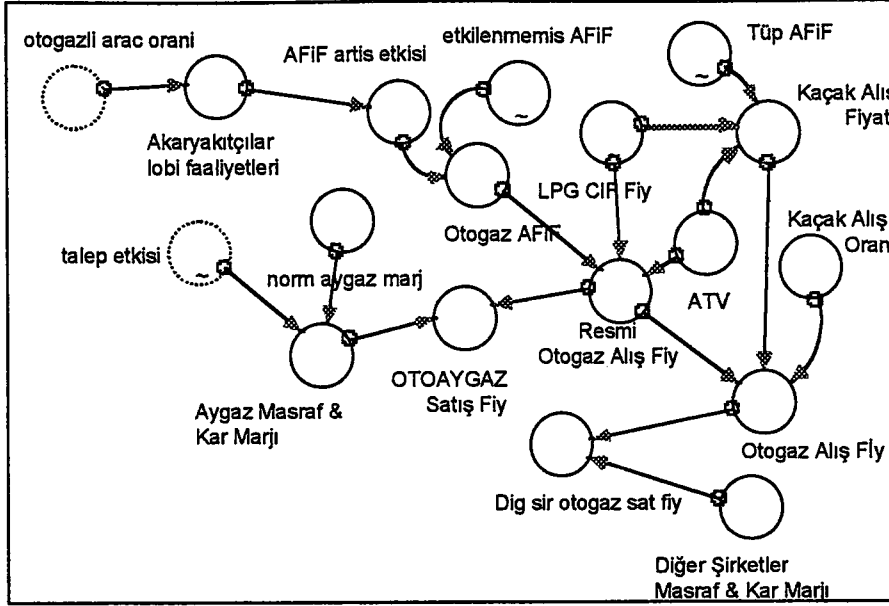
Bu döngülerden başka, otogaz fiyatları ile ilgili olarak ortaya çıkan negatif işaretli bir döngü vardır ve sistem sonuçlarına etkisi diğer döngülerle karşılaştırıldığında çok daha kuvvetlidir. Dolayısıyla gaz satış fiyatlarının ayrı bir alt bölümde irdelenmesi daha doğru olacaktır.

7.4.3. Otogaz Sistem Modeli'nde Fiyat Yapısı

Otogaz Sistem Modeli'nde kullanılan fiyat yapısı, sözel olarak Bölüm 7.3'de ayrıntıları ile anlatılmıştı. Hatırlanacağı üzere, Suudi Arabistan LPG CIF-Fiyatı'nın son 5 günlük ortalamasının günlük dolar kuru ile çarpılmasıyla elde edilen ithal parite fiyatının üzerine, Otogaz AFİF Payı'nın eklenmesi ve bu toplama %1 oranındaki Akaryakıt Tüketim Vergisi ATV'nin de ilave edilmesiyle rafineri satış fiyatı hesaplanır. Şekil 7.9'da da görülebileceği gibi; Çıkan sonuç, modelde Resmi Otogaz Alış Fiyatı olarak isimlendirilmiştir.

$$\text{ResmiOtogazAlisFiy} = (\text{LPG_CIF_Fiy} + \text{Otogaz_AFiF}) * (1 + \text{ATV})$$

Rafineri Satış Fiyatı her şirket için aynıdır, ancak AFİF payının segmentler arasında farklılık gösterdiği dönemlerde bazı firmaların TÜPRAŞ'tan aldıkları gazı ev tüpünde kullanacaklarını beyan ettikleri, dolayısıyla AFİF payını ödemedikleri, daha ucuza malettikleri bu kaçak gazı otogaz istasyonlarında sattıkları tespit edilmiştir. Bu maliyet de modelde Kaçak Alış Fiyatı olarak ifade edilmiştir.



Şekil 7.9. Otogaz Sistem Modeli'nde Fiyat Yapısı

$$\text{Kacak_Alis_Fiy} = (\text{LPG_CIF_Fiy} + \text{Tüp_AFİF}) * (1 + \text{ATV})$$

$$\text{Otogaz_Alis_Fiy} = \text{ResmiOtogazAlisFiy} * (1 - \text{Kacak_Alis_orani}) + \text{Kacak_Alis_Fiy} * \text{Kacak_Alis_orani}$$

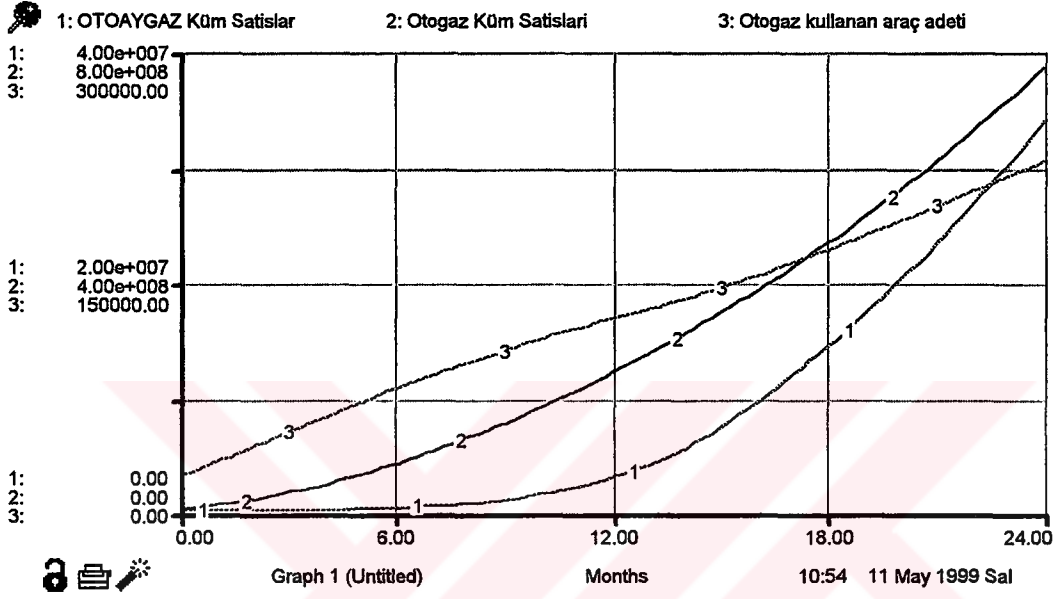
Ancak müşteri, bir alternatif yakıt kullanmak, kendisi için hesaplı hale gelir gelmez kişi bu yola başvurur. Bu modelde otogaz, benzine alternatif olarak ortaya konduğuna göre; Otogaz / Benzin Fiyat Oranı değişkeninin değeri azaldıkça Otogaza Dönüşüm Oranı artacaktır. Bu durum akaryakıtçıların lobi faaliyetlerine başlamasına sebep olabilir. Modelde şöyle bir formülasyon yapılmıştır:

$$\text{Akaryakitcilar_lobi_faa} = \text{IF}(\text{otogazli_arac_orani} > 0.1) \text{ THEN } 1 \text{ ELSE } 0$$

Dolayısıyla, otogaza dönüşen araçların oranı, toplam motorlu taşıtların %10'undan fazla olduğunda, akaryakıtçıların otogaz'ın fiyatını artırıcı yönde lobi faaliyetlerine başlayacakları varsayılmıştır. Bu da, sistem üzerinde asıl sönümlendirici etkisi bulunan negatif işaretli döngüyü oluşturur

7.5. Sistem Davranışları

Medelin iki yıllık bir süre için işletilmesiyle ortaya çıkan sistem davranışı Şekil 7.10'da görülebilmektedir.



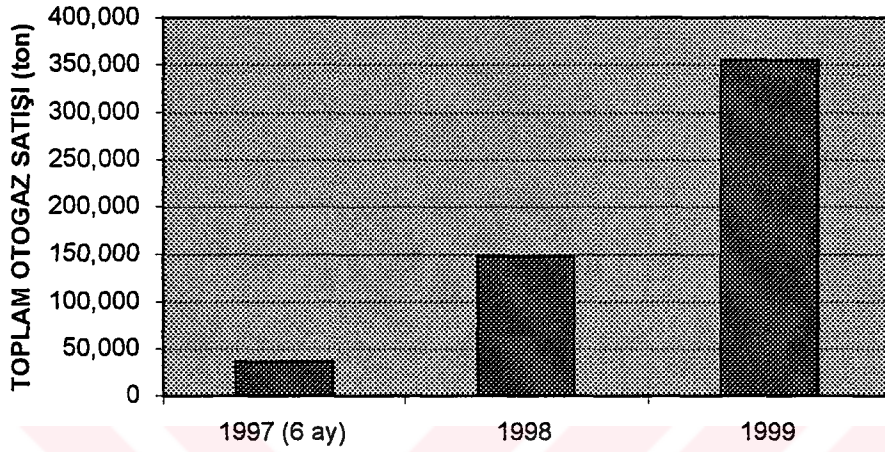
Şekil 7.10. Simülasyon Sonuçlarına Ait Grafik

Çalışmanın asıl amacı otogaz sektöründe karar verici konumda olan kişilerin modeli kuaraken, sistemi öğrenmeleri olduğu için, aslında sayısal sonuçlar üzerinde çok fazla durulmamıştır.

Duyarlılık analizi yapmaya gerek görülmemiştir. Çünkü çalışmanın bütün aşamalarında sistem davranışlarını asıl etkileyen unsurun otogaz satış fiyatı olduğu belirgin bir biçimde göze çarpmıştır. Hem otogazın alternatifi olduğu yakıt olan benzinin fiyatına oranı önemlidir; hem de şirketler arası fiyat farklılıklarının tercih edilirliliği ne ölçüde değiştirdiği ortaya çıkmıştır.

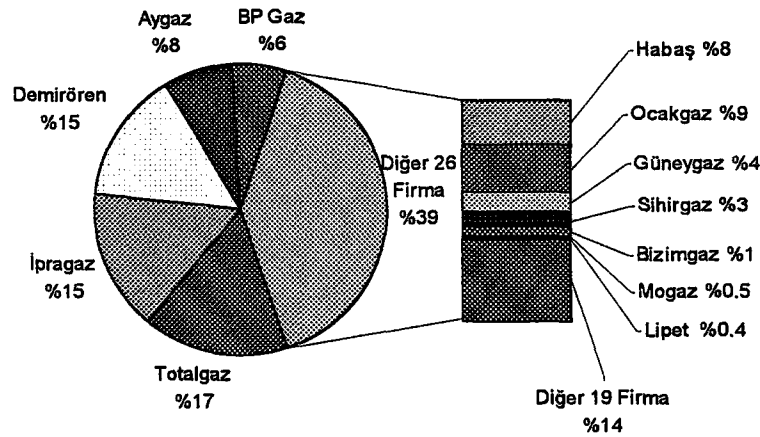
Bununla birlikte, iki yıllık bir süre için işletilen programdan elde edilen değerler, gerçek değerlere çok yakındır. Nitekim Türkiye otogaz pazarının, kayıt altına alınmaya başladığı 1997 yılından (son 6 ay) 1999 yılına gelişimi, Şekil 7.11'de grafikte

gösterilmiştir. 1998 yılındaki 148.000 ton olan yıllık satış miktarı %140 artış göstererek 355.000 ton'a ulaşmıştır. Ayrıca, Ocak 1999'da 18.000 ton/ay olan aylık otogaz satış değeri aralık 1999'da 45.000 ton/ay'a yükselmiştir.



Şekil 7.11. Türkiye Otogaz Satışlarının Gelişimi

Otogaz pazarında faaliyet gösteren toplam 31 firmanın, 1999 sonu itibarı ile otogaz istasyon sayısı toplamı 800 olarak tahmin edilmektedir. Otogaz pazarında bulunan 31 firmanın 1999 yılı pazar payları da Şekil 7.12'de belirtilmiştir.



Şekil 7.12. Türkiye Otogaz Sektöründe Pazar Payları

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, karmaşık bir sistemin davranışlarını öğrenmenin en iyi yolu olan “model kurma” üzerinde durulmuştur. Yönetim için bir sistem analizi metodu olan, “sistem dinamiği” yaklaşımı yardımıyla, örnek problem olarak ele alınan “Türkiye Otogaz Pazarı”nın sistem modeli kurulmuştur. Kantitatif modelleme araçlarından biri olan STELLA yazılım paketi sayesinde Türkiye otogaz pazarını oluşturan elemanlar arasındaki zamana bağlı etkileşimlerin tam olarak anlaşılması mümkün olmuştur.

Uygulamada, otogaz pazarındaki karar vericilerin sistem yaklaşımı prensibi ile, pazarın dinamiklerini anlama ihtiyaçlarına cevap verilmesi amaçlanmıştır. Simülasyon ve modellemeden tamamen öğrenme amaçlı olarak yararlanılmış; değişkenlerin ileride alacakları değerleri tahmin etmek ya da olay öngörüsü yapmak yerine, değişkenler arası etkileşimi anlamak ve davranış öngörüsü yapmak hedeflenmiştir.

Öğrenme işlevi yerine getirildiğine göre, ilerleyen safhalarda çalışmayı geliştirmek amacıyla; Çok Amaçlı Karar Verme yaklaşımından hareketle, model üzerinde çeşitli senaryolar üretilebilir; sistemin bu senaryolar altında göstereceği olası alternatif davranışlar için ayrı ayrı strateji geliştirilebilir.

8.1. Otogaz Satış Fiyatı

Geliştirilebilecek senaryoların en önemlileri kuşkusuz Otogaz Satış Fiyatı ile ilgili olmalıdır. Nitekim üzerinde çalıştığımız sistem dinamiği modelinin bize en büyük faydası, pazar dinamiklerinin fiyata ne kadar duyarlı olduğunu göstermesi olmuştur. Türkiye Otogaz Pazarı’nda satış fiyatının çok düşük olduğu ve kısa vadede bu fiyatı yükseltmek için yöntemler geliştirileceği tahmin edilmektedir.

Türkiye'nin aksine, gelişmiş ülkelerde çevre politikaları tarafından desteklenen ve enerji politikaları tarafından sınırlanan otogaz kullanımı, sadece ve sadece temiz bir çevre için kullanılan bir yöntemdir. LPG'nin ucuz bir yakıt olduğu için kullanılması istenmemekte, kullanımının teşvik edilmesi için fiyatı ucuz tutulmaktadır. LPG, şehir merkezlerinde çalışmak zorunda olan, sürekli dur-kalklar ile hava kirliliğine neden olan araçların çevreye olan olumsuz etkilerini azaltmak için kullanılmaktadır (Uçar, 1999).

Türkiye'de otogaz satış fiyatı Avrupa ölçülerine göre çok düşük kalmaktadır. Avrupa'da otogazın pompa satış fiyatı, benzin pompa satış fiyatının yaklaşık %50'si olarak belirlenmektedir. LPG ile benzine eşdeğer menzile elde edilebilmesi için %30 daha fazla yakıt harcandığı için, LPG kullanıcısının avantajı %30-35 seviyelerinde olmaktadır. Türkiye'de ise otogazın pompa satış fiyatı, benzin pompa satış fiyatının yaklaşık %30'u seviyelerindedir. Bu olumsuz pazar yapısı nedeniyle, 1998 yılındaki 148.000 tonluk yıllık ve 12.000 ton aylık pazar, 1999 yılı sonunda 500.000 ton yıllık ve 40.000 ton aylık pazara ulaşmıştır. Bu değerlerin Mart 2000 itibarı ile 800.000 ton yıllık ve 70.000 ton aylık pazara ulaşacağını tahmin edebilmek hiç bir firma için mümkün olmamıştır. Tüm dünyada hükümetlerin etkisinin çok önemli olduğu otogaz pazarı, Türkiye'deki olumsuz ve dengesiz pazar yapısı ile birleştiğinde tahmini mümkün olmayan bir kimlik kazanmıştır.

Otogaz satış fiyatının dengelenmesinde karşılaşılan kısıtlar şunlardır:

- Otogaz'ın rafineri çıkış fiyatı diğer LPG ürünlerinden farklı olmamalıdır. Aksi takdirde bazı gaz dağıtım şirketlerinin kaçık alışlar yaparak sektörde haksız rekabet oluşturması önlenemez.
- Otogaz ile alternatif ürünlerin (Benzin) fiyatları arasındaki fark kontrol edilebilmeli. Aşağıda detayları anlatılacağı üzere, bu fark iki unsuru etkilemektedir:
 - Devletin Vergi kaybı
 - Rafineri Üretim Dengesi

01/03/2000 tarihi itibarı ile süper benzinden 380.805 TL/kg, LPG'den ise 1.642 TL/kg akaryakıt tüketim vergisi alınmaktadır. Aylık 70.000 ton otogaz satışına eşdeğer benzin

miktarından (71.635 ton) elde edilebilecek olan ATV miktarı yaklaşık 44 milyon USD olmaktadır. Her zam döneminde farklılık göstermesine rağmen, mertebelerin yaklaşık olarak aynı kalacağını düşünülerek, devletin otogaz kullanımından dolayı kaybı yılda 428 milyon USD olmaktadır.

Ayrıca LPG'nin bir yan ürün olduğu unutulmamalıdır. Rafinerilerin asıl işlevi benzin gibi temel akaryakıtların üretimini yapmaktır, LPG bu üretimler sırasında oluşan yan ürünlerdir. Dolayısıyla LPG tüketiminin artması fakat bunun yanında benzin tüketiminin azalması rafinerilerin üretim dengelerinde ciddi olumsuzluklara yol açacaktır.

LPG'nin fiyatının artırılması bir zorunluluk olduğuna göre, bu artışı sağlamak için elimizde şu parametreler bulunmaktadır: (Bkz. S.52, Tablo 6.3. OtoAygaz fiyat yapısı)

- AFİF
- ATV
- KDV
- Araç / Yol Vergisi

Muhtemel senaryoları, bu parametrelerin çeşitli şekillerde kullanılması olarak kabul edersek, bu senaryoları, anlatılan kısıtlar ışığında incelemek gerekir.

Senaryo 1:

Bütün LPG ürünlerinden alınan ATV (mevcut durumda %1) benzinde olduğu gibi %300'e çıkabilir. Bu durumda:

- Hükümetin vergi kaybı önlenir.
- Otogaza talep dengelenir, benzine talep artar, rafineri üretimlerinde yan ürün / asıl ürün dengesi kurulur.
- Artış, tüm LPG ürünleri için olacağından kaçak alış ve haksız rekabet oluşmaz; ancak ısınma ve sanayi amaçlı satılan tüpgaz ve dökme gaz fiyatları 3 katına çıkar, enflasyon artar, LPG talep dengesi bozulur.

Senaryo 2:

Sadece otogazdan alınan ATV benzinde olduğu gibi %300'e çıkabilir ve/veya otogaza farklı AFİF uygulanabilir. Bu durumda:

- Otogaza talep dengelenir, benzine talep artar, rafineri üretimlerinde yan ürün / asıl ürün dengesi kurulur..
- Hükümetin vergi kaybı azalır, ancak bazı gaz dağıtım şirketleri kaçak alış yapacağı için tamamen önlenemez.
- Kaçak alış sebebiyle haksız rekabet oluşur.

Senaryo 3:

Otogaz kullanan araçlar için “Araç Vergi Sistemi (Taşıt Pulu)” uygulaması getirilebilir. Bu durumda:

- Rafineri fiyatı tüm LPG ürünleri için eşit olacağından, kaçak alış oluşmaz.
- Otogaza talep dengelenir, benzine talep artar, rafineri üretimlerinde yan ürün / asıl ürün dengesi kurulur.
- Hükümetin vergi kaybı önlenir
- Ancak pul verecek kurum ve kuruluşlar suistimale gidebilir. Bu sebeple pul parası çok yüksek olmamalıdır. Bunu sağlamak için, benzin/otogaz fiyat farkının bir kısmı tüm LPG ürünlerine uygulanan KDV oranının %40'a çıkarılması suretiyle karşılanmalıdır.

Avrupa ülkelerinde de hükümetlerin en fazla dikkat ettikleri vergi kaybı, kullanıcılardan alınan yol vergileri ile kapatılmaya çalışılmaktadır. Bu konuda, Türkiye için örnek alınabilecek sistem Hollanda'da uygulanmakta ve LPG kullanan araçların, LPG fiyatının çok ucuz olmasına rağmen, ilk yatırımlarını 22.000 km'de geri kazanmaları sağlanmaktadır. Bu şekilde, pazar kontrol altında tutularak, LPG'yi amacına uygun kullanabilecek, fazla km yapan ve şehir içinde dolaşan tüketicilerin otogaza dönüşmesi amaçlanmaktadır (*Uçar, 1999*).

Türkiye’de de her bir tüketici grubuna (taksi, ticari araç, özel araç) uygulanacak farklı yol vergi miktarları ile devletin LPG kullanmaktan dolayı oluşan zararı bir miktar karşılanabilecektir. Bunun için Türkiye için önerilebilecek sistem “LPG Taşıt Pulu” sistemidir. Bu sistemde taksilerden yıllık 200-300 USD, ticari araçlardan 300-400 USD, özel araçlardan da 500-700 USD arasında vergi alınarak ve mevcut durumda %28 olan otogaz pompa satış fiyatının benzin satış fiyatına oranının %50’ye yükseltilmesi ile devletin vergi kaybı karşılanabilecektir.

8.2. Güvenik

Bölüm 8.1.’de anlatılan teşviklerin Avrupa’da LPG’yi doğru şekilde ve gerçek amacına uygun olarak kullanılması için yapıldığı unutulmamalıdır. İtalya dahil olmak üzere tüm Avrupa ülkelerinde ileri teknoloji dönüşüm kitleri (3. ve 4. nesil) uygulanmakta ve sadece bu dönüşümlere devlet yardımı sağlanmaktadır. Tüketilecek otogazın miktarı da ülkenin enerji politikaları tarafından belirlenmekte ve gerekli denetim mekanizmaları oluşturularak pazarın kontrollü büyümesi sağlanmaktadır (*Uçar, 1999*).

Kurallara uygun olarak uygulandığında benzinli araçlardan daha güvenli olan LPG’li araçlar, gerekli özen gösterilmediği zaman da çok tehlikeli olabilmektedir. Bugün Türkiye’de halen aracında ev tüpü kullanan tüketiciler olduğu bilinmektedir. Bu kullanıcılar kendileri ile birlikte toplumun can ve mal güvenliğini tehlikeye attıkları gibi, benzine göre daha kötü emisyon değerleri çıkartmasına rağmen otogaz pazarının bir parçası durumunda bulunmaktadırlar. Bu tür kullanıcılar tarafından oluşabilecek bir kazanın tüm sektörü etkileceği düşünülerek, pazar yapısına en kısa zamanda bir disiplin getirilmesi beklenmektedir. Aynı şekilde Türkiye’de bulunan istasyonların içinde standartlara uymayan pek çok istasyon bulunduğu bilinmektedir. Özellikle yerel yönetimlerin yanlış uygulamalarının bulunduğu merkezlerde bulunan otogaz dolum istasyonlarının durumu incelendiğinde ve büyük firmaların istasyonları ile karşılaştırıldığında konunun ne kadar önemli olduğu görülecektir. Avrupa ve Amerika standartları göz önüne alınarak hazırlanan Türk standartları, denetim mekanizmalarının yetersizliği ve görevlilerin bilgisizliği nedeniyle tam olarak uygulanamamaktadır.

Sonuç olarak, kaza risklerinin otogaz pazarı üzerinde çok olumsuz etkisi vardır ve bütün bölgeleri etkileyecektir. Dolayısıyla, Otogaz sektörünün standartlarının oluşturulması ve geliştirilmesi için çalışılmalıdır. Ayrıca, güvenli ve yüksek kaliteli dönüşümler için ortam hazırlanmalıdır. Dönüşüm yapan firma ve kişilerin geliştirilmesi ve sertifikalandırılması kamuoyunun otogaz sektörüne bakışını olumlu etkileyecektir.



KAYNAKLAR

- Alankuş, B.**, 1995. LPG as Automotive Fuel - Prospects in Turkish Market, *The 8th World LPG Conference*, Istanbul, TURKEY, September 20-22.
- Brumby, I.**, 1995. LPG as Automotive Fuel – International Status and Challenges WLPGF Global Action Programme, *The 8th World LPG Conference*, Istanbul, TURKEY, September 20-22.
- Brumby, I.**, 1996. Why Automotive LPG is the Preferred Alternative Fuel, *The 9th World LPG Conference*, Bali, INDONESIA, September 25-27.
- Forrester, J.W.**, 1992. Policies, decisions and information sources for modeling, in *European Journal of Operational Research*, Spec. Issue on Modelling for Learning, **59**, p. 42-63, Elsevier Science Publishers B.V., North-Holland.
- Geus, A.P.**, 1992. Modelling to predict or to learn, in *European Journal of Operational Research*, Spec. Issue on Modelling for Learning, **59**, p. 1-5, Elsevier Science Publishers B.V., North-Holland.
- Horae, M.C.**, 1996. Automotive Use of LPG - Overview, “*LPG – Supply, Economics, Markets and International Trading*” Course Presented by *The College of Petroleum and Energy Studies*, Oxford, ENGLAND, September 2-6.
- Karnopp, D.C., Margolis, D.L., and Rosenberg, R.C.**, 1990. System Dynamics Aunified Approach – 2nd edition, pp. 1-11, John Wiley & Sons Inc., Canada.
- Lane, D.C.**, 1991. Modelling as learning, in *European Journal of Operational Research*, Spec. Issue on Modelling for Learning, **59**, p. 64-84, Elsevier Science Publishers B.V., North-Holland.

Morecroft, J.D.W., 1992. Executive Knowledge, Models and Learning, in *European Journal of Operational Research*, Spec. Issue on Modelling for Learning, **59**, p. 9-27, Elsevier Science Publishers B.V.,North-Holland.

Morecroft, J.D.W., 1996. A Behavioral Model of Diversification and Performance in a Mature Industry, *International System Dynamics Conference*, Cambridge, MA, July.

Morecroft, J.D.W. and Kees A.J.M., 1992. Modelling the Oil Producers – Capturing Oil Industry Knowledge in a Behavioral Simulation Model, in *European Journal of Operational Research*, Spec. Issue on Modelling for Learning, **59**, p. 102-122, Elsevier Science Publishers B.V.,North-Holland.

Pamuk, G., Erkut, H., Ülengin, F., Ülengin, B., Akgüç, Ö., Yurdakul, A. ve Koşma H., 1997. Stratejik Yönetim ve Senaryo Tekniği, s. 205-221, İrfan Yayımcılık ve Tanıtım Ltd., İstanbul.

Roldan, R., 1995. Current Status and Future Prospects for Auto LPG in North America, *The 8th World LPG Conference*, Istanbul, TURKEY, September 20-22.

Sadıkoğlu, H., 1999. Yeni Bir Dökmegaz Uygulaması: Otogaz Sistemleri, *Aygaz A.Ş. Marmara Haber Bülteni*, **4**, 6.

Senge, P.M., and Sterman J.D., 1992. System Thinking and organizational Learning: Acting Locally and Thinking Globally in the Organaztion of the Future, in *European Journal of Operational Research*, Spec. Issue on Modelling for Learning, **59**, p. 137-150, Elsevier Science Publishers B.V.,North-Holland.

Aygaz A.Ş. Otogaz Talep Tahmin Araştırması, 1997. Plus Remark, İstanbul.

Yeni Bir Dökme LPG Uygulaması: Merkezi Enerji, 1996. Aygaz A.Ş., İstanbul

Stella Software El Kitabı, 1996. “An Introduction to System Thinking”, High Performance Systems Inc., Hanover, NH

Trafik İstatistik Yıllığı, 1997., T.C. İçişleri Bakanlığı Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Automotive LP Gas Today’s Fuel for a Cleaner Tomorrow – 3rd Edition, 1998. World LP Gas Association, Paris, FRANCE



EKLER

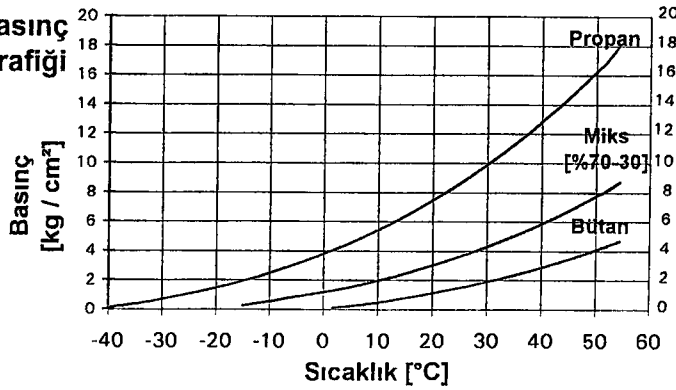
	<u>Sayfa No</u>
EK A : Sıvılaştırılmış Petrol Gazının Teknik Özellikleri	94
EK B : STELLA - Otogaz Sistem Modeli'ne ait denklemler	95



LPG (Likit Petrol Gazı)'nın Özellikleri

			Ticari PROPAN		Ticari BÜTAN	
Genel Özellikler			Nisan 1991 tarihli 2178 no'lu TSE Standardı			
Bileşimi			Minimum % 95 propan ve propilen, ayrıca etan, etilen, bütan ve bütlen içeren hidrokarbür karışımı		Minimum % 97 bütan ve bütlen, % 3'ten daha az hacimde propan içeren hidrokarbür karışımı	
Kokusu			Orijinali kokusuzdur, etil merkaptan (C ₂ H ₅ SH) ile kokulandırılmıştır.		Orijinali kokusuzdur. Etil merkaptan (C ₂ H ₅ SH) ile kokulandırılmıştır.	
İzafi Buhar Basıncı			50 °C'de maksimum 17,5 bar		50 °C'de maksimum 4,1 bar	
Fiziksel ve Kimyasal Özellikler						
Kimyasal Formülü			C ₃ H ₈		C ₄ H ₁₀	
Molekül Ağırlığı g/mol			44,09		58,12	
Gaz Hacmi/Sıvı Hacmi			272		238	
SIVI LPG						
Özgül kütle 1 atm. ve 15 °C kg/m ³			509		585	
Özgül Hacim 1 atm. ve 15 °C lt/kg			1,965		1,709	
Üst Isıl Değer kCal/kg			12000		11800	
Alt Isıl Değer kCal/kg			11100		10900	
Buharlaşma Gizli Isısı 15 °C kCal/kg			102		92	
Yanma İçin Gerekli Hava Nm ³ /kg			12,15		12,02	
Kaynama Noktası 1 atm. °C			-42		-0,5	
GAZ LPG						
Özgül kütle 1 atm. ve 15 °C kg/m ³			1,866		2,459	
Havaya Göre İzafi Yoğunluk (Hava=1)			1,522		2,006	
Özgül Hacim 1 atm. ve 15 °C lt/kg			508		386	
Üst Isıl Değer 1 atm. ve 15 °C kCal/m ³			23000		30400	
Alt Isıl Değer 1 atm. ve 15 °C kCal/m ³			21200		28000	
Tutuşma Limitleri Alt %			2,15		1,55	
Üst %			9,6		8,6	
Yanma İçin Gerekli Hava Nm ³ /Nm ³			23,82		30,97	
Tutuşma Sıcaklığı Havada °C			493-549		482-538	
Maksimum Tutuşma Hızı Havada cm/s			47,2		45,2	
Maksimum Alev Sıcaklığı Havada °C			1980		2008	
Oksijende °C			2850		2850	
Yanma Ürünlerinin Teorik Kompozisyonu CO ₂ %			11,6		12	
N ₂ %			72,9		73	
H ₂ O %			15,5		15	
Maksimum Kükürü Miktarı mg/kg			185		140	
Yanma Ürünlerinin Çözünme Sıcaklığı °C			55		55	
Genleşme Katsayısı -2 ila 10 °C m ³ /m ³ °C			0,00258		0,00173	
10 ila 40 °C m ³ /m ³ °C			0,00324		0,00204	

LPG'nin Basınç Sıcaklık Grafiği



{ INITIALIZATION EQUATIONS }

INITIALIZATION

```

[ ] INIT Potansiyel_arac_adeti = 3375000
[ ] normal_oto_don_oran = 0.0021
[ ] INIT Bölge_OTOAYGAZ_istasyon_adi[Metropol] = 1
[ ] INIT Bölge_diger_istasyon_adi[Metropol] = 54
[ ] toplam_istasyon[Metropol] = Bölge_diger_istasyon_adi[Metropol]+Bö
lg_OTOAYGAZ_istasyon_adi[Metropol]
[ ] otoaygaz_ist_payi[Metropol] = Bölge_OTOAYGAZ_istasyon_adi[Metropol]/toplam_istasyon[Metropol]
[ ] INIT Bölge_OTOAYGAZ_istasyon_adi[Diger] = 0
[ ] INIT Bölge_diger_istasyon_adi[Diger] = 19
[ ] toplam_istasyon[Diger] = Bölge_diger_istasyon_adi[Diger]+Bölge_OTOAYGAZ_istasyon_adi[Diger]
[ ] otoaygaz_ist_payi[Diger] = Bölge_OTOAYGAZ_istasyon_adi[Diger]/toplam_istasyon[Diger]
[ ] LPG_CIF_Fiy = GRAPH(TIME)
(0.00, 36556), (1.00, 36556), (2.00, 36556), (3.00, 36556), (4.00, 36556), (5.00, 36556), (6.00, 37033),
(7.00, 38311), (8.00, 42851), (9.00, 52028), (10.0, 65915), (11.0, 75449), (12.0, 67579), (13.0, 56318),
(14.0, 58878), (15.0, 61428), (16.0, 71024)
[ ] etkilenmemis_AFIF = GRAPH(TIME)
(0.00, 0.00), (1.00, 0.00), (2.00, 0.00), (3.00, 0.00), (4.00, 0.00), (5.00, 0.00), (6.00, 49000), (7.00,
50000), (8.00, 49700), (9.00, 49700), (10.0, 49700), (11.0, 53500), (12.0, 6500), (13.0, 20000), (14.0,
22500), (15.0, 22500), (16.0, 22500)
[ ] INIT Otogaz_kullanan_arac_adeti = 23696
[ ] otogazli_arac_orani =
Otogaz_kullanan_arac_adeti/(Potansiyel_arac_adeti+Otogaz_kullanan_arac_adeti)
[ ] Akaryakitcilar_lobi_faa = IF(otogazli_arac_orani>0.1)THEN 1 ELSE 0
[ ] AFIF_artis_etkisi = Akaryakitcilar_lobi_faa*0.30
[ ] Otogaz_AFIF = etkilenmemis_AFIF*(1+AFIF_artis_etkisi)
[ ] ATV = IF(TIME>6) THEN 0.01 ELSE 0.40
[ ] ResmiOtogazAlisFiy = (LPG_CIF_Fiy+Otogaz_AFIF)*(1+ATV)
[ ] Bölge_Arac_Payi[Metropol] = 0.90
[ ] Bölge_otogaz_kullanan_arac_adedi[Metropol] = Otogaz_kullanan_arac_adeti*Bö
lge_Arac_Payi[Metropol]
[ ] Arac_Br_Tuketimi = 256
[ ] Satislar[Metropol] = Bölge_otogaz_kullanan_arac_adedi[Metropol]*Arac_Br_Tuketimi
[ ] Bölge_Arac_Payi[Diger] = 0.10
[ ] Bölge_otogaz_kullanan_arac_adedi[Diger] = Otogaz_kullanan_arac_adeti*Bölge_Arac_Payi[Diger]
[ ] Satislar[Diger] = Bölge_otogaz_kullanan_arac_adedi[Diger]*Arac_Br_Tuketimi
[ ] Otogaz_Satislar = ARRAYSUM(Satislar[*])
[ ] talep_etkisi = GRAPH(Otogaz_Satislar)
(0.00, 0.45), (5e+006, 0.48), (1e+007, 0.58), (1.5e+007, 0.74), (2e+007, 0.92), (2.5e+007, 1.07),
(3e+007, 1.22), (3.5e+007, 1.35), (4e+007, 1.42), (4.5e+007, 1.44), (5e+007, 1.45)
[ ] norm_aygaz_marj = IF(TIME<12) THEN (IF (TIME<6) THEN 1.4 ELSE 0.60) ELSE 0.68
[ ] AygazMas&KarMarj = talep_etkisi*norm_aygaz_marj
[ ] OTOAYGAZ_Satis_Fiy = ResmiOtogazAlisFiy*(1+AygazMas&KarMarj)
[ ] Kacak_Alis_orani = 0.20

```

1. Tüp_AFIF = GRAPH(TIME)
 (0.00, 0.00), (1.00, 0.00), (2.00, 0.00), (3.00, 0.00), (4.00, 0.00), (5.00, 0.00), (6.00, 3000), (7.00, 3350),
 (8.00, 2200), (9.00, 0.00), (10.0, 0.00), (11.0, 0.00), (12.0, 6500), (13.0, 20000), (14.0, 22500), (15.0,
 22500), (16.0, 22500)

2. Kacak_Alis_Fiy = (LPG_CIF_Fiy+Tüp_AFIF)*(1+ATV)

3. Otogaz_Alis_Fiy = ResmiOtogazAlisFiy*(1-Kacak_Alis_orani)+Kacak_Alis_Fiy*Kacak_Alis_orani

4. normal_marj = IF(TIME<12) THEN (IF (TIME<6) THEN 1.4 ELSE 0.56) ELSE 0.63

5. DigerSirkM&KMArj = talep_etkisi*normal_marj

6. Dig_sir_otogaz_sat_fiy = Otogaz_Alis_Fiy*(1+DigerSirkM&KMArj)

7. Ort_otogaz_Paz_Satis_Fiy_kg =
 ARRAYMEAN(otoaygaz_ist_payi[*])*OTOAYGAZ_Satis_Fiy+(1-ARRAYMEAN(otoaygaz_ist_payi[*]))*L
 g_sir_otogaz_sat_fiy

8. km_basina_otogaz_tuketim_kg = 0.11*0.56

9. km_basina_Oto_LPG_fiy = Ort_otogaz_Paz_Satis_Fiy_kg*km_basina_otogaz_tuketim_kg

10. Benzin_satis_Fiy_It = GRAPH(TIME)
 (0.00, 127000), (1.00, 135000), (2.00, 147000), (3.00, 148500), (4.00, 154500), (5.00, 159000), (6.00,
 165000), (7.00, 165000), (8.00, 171000), (9.00, 169500), (10.0, 168000), (11.0, 172500), (12.0,
 177400), (13.0, 192000), (14.0, 214500), (15.0, 252200), (16.0, 274500)

11. km_benzin_tuketm_It = .10

12. km_basina_Benzin_Fiy = Benzin_satis_Fiy_It*km_benzin_tuketm_It

13. OtoLPG_Benzin_Fiy_Or = km_basina_Oto_LPG_fiy/km_basina_Benzin_Fiy

14. Fiyat_Dön_etkisi = GRAPH(OtoLPG_Benzin_Fiy_Or)
 (0.25, 3.00), (0.375, 1.62), (0.5, 1.00), (0.625, 0.66), (0.75, 0.42), (0.875, 0.15), (1.00, 0.075), (1.13,
 0.06), (1.25, 0.045), (1.38, 0.03), (1.50, 0.01)

15. smth_fiyat_dön_etki = SMTH1(Fiyat_Dön_etkisi,4)

16. normal_kaza_orani = 0.00001

17. Dön_ilk_yat_Mal = GRAPH(TIME)
 (0.00, 1000), (1.00, 1010), (2.00, 1050), (3.00, 1100), (4.00, 1070), (5.00, 1070), (6.00, 1090), (7.00,
 1120), (8.00, 1120), (9.00, 1100), (10.0, 1140), (11.0, 1140), (12.0, 1170), (13.0, 1160), (14.0, 1140),
 (15.0, 1220), (16.0, 1170)

18. Standart_disi_dön_or = GRAPH(Dön_ilk_yat_Mal)
 (800, 8e-005), (860, 9e-005), (920, 0.0001), (980, 0.00011), (1040, 0.00012), (1100, 0.00012), (1160,
 0.000125), (1220, 0.00013), (1280, 0.00014), (1340, 0.000155), (1400, 0.00016)

19. St_sizlik_etkisi = GRAPH(Standart_disi_dön_or)
 (0.00, 0.982), (0.0001, 1.00), (0.0002, 1.11), (0.0003, 1.47), (0.0004, 1.84), (0.0005, 2.31), (0.0006,
 3.75), (0.0007, 4.18), (0.0008, 4.63), (0.0009, 4.84), (0.001, 4.98)

20. Kaza_Or = normal_kaza_orani*St_sizlik_etkisi

21. Kaza_Dön_etkisi = GRAPH(Kaza_Or)
 (0.00, 1.00), (0.0001, 0.04), (0.0002, 0.03), (0.0003, 0.025), (0.0004, 0.015), (0.0005, 0.02), (0.0006,
 0.015), (0.0007, 0.015), (0.0008, 0.01), (0.0009, 0.01), (0.001, 0.005)

22. smth_kaza_don_etki = SMTH1(Kaza_Dön_etkisi,2)

23. ilk_yatirim_neg_etkisi = GRAPH(Dön_ilk_yat_Mal)
 (800, 0.875), (920, 0.875), (1040, 0.975), (1160, 1.05), (1280, 1.10), (1400, 1.23), (1520, 1.23), (1640,
 1.30), (1760, 1.40), (1880, 1.55), (2000, 1.75)

Otogaza_dönüşüm_or = normal_oto_don_oran*smth_fiyat_dönüşüm_oran*smth_kaza_don_etki/ilk_yatirim_neg_etkisi
 normal_terk_oran = 0.00005
 Otogaz_kazalari = Otogaz_kullanan_araç_adeti*Kaza_Or
 Kaza_Terk_etkisi = GRAPH(Otogaz_kazalari)
 (0.00, 0.775), (1.00, 1.00), (2.00, 1.10), (3.00, 1.18), (4.00, 1.28), (5.00, 1.50), (6.00, 1.88), (7.00, 2.27),
 (8.00, 2.90), (9.00, 3.63), (10.0, 5.00)
 Fiyat_Terk_etkisi = GRAPH(OtoLPG_Benzin_Fiy_Or)
 (0.25, 0.825), (0.375, 0.875), (0.5, 0.9), (0.625, 0.9), (0.75, 1.00), (0.875, 1.03), (1.00, 1.10), (1.13, 1.2),
 (1.25, 1.55), (1.38, 2.45), (1.50, 4.78)
 Terk_orani = normal_terk_oran*Kaza_Terk_etkisi*Fiyat_Terk_etkisi
 Terk_Edenler = Otogaz_kullanan_araç_adeti*Terk_orani
 Benzinli_yeni_araç = GRAPH(TIME)
 (0.00, 21650), (1.00, 22500), (2.00, 22500), (3.00, 22500), (4.00, 21750), (5.00, 22750), (6.00, 22750),
 (7.00, 22750), (8.00, 21500), (9.00, 22750), (10.0, 22000), (11.0, 22500), (12.0, 22500), (13.0, 21500),
 (14.0, 23000), (15.0, 22000), (16.0, 21500)
 Yeni_Potansiyel_Araç = Terk_Edenler+Benzinli_yeni_araç
 Otogaza_donusenler = Potansiyel_araç_adeti*(Otogaza_dönüşüm_or+Standart_disi_dön_or)
 normal_dig_ist_acilma_frekans = 8
 Bolgenin_cazibesi[Metropol] = GRAPH(Satislar[Metropol])
 (0.00, 1.00), (1.00, 1.00), (2.00, 1.00), (3.00, 1.00), (4.00, 1.00), (5.00, 1.00), (6.00, 1.00), (7.00, 1.00),
 (8.00, 1.00), (9.00, 1.00), (10.0, 1.00), (11.0, 1.00), (12.0, 1.00), (13.0, 1.00), (14.0, 1.00), (15.0, 1.00),
 (16.0, 1.00)
 normal_tercih = .10
 INIT OTOAYGAZ_Küm_Ciro = 1200000000
 ReklamButcesi_Payi = .02
 imaj&reklam&prom = OTOAYGAZ_Küm_Ciro*ReklamButcesi_Payi
 i&r&p_etkisi = GRAPH(imaj&reklam&prom)
 (0.00, 1.00), (10.0, 1.00), (20.0, 1.00), (30.0, 1.00), (40.0, 1.00), (50.0, 1.00), (60.0, 1.00), (70.0, 1.00),
 (80.0, 1.00), (90.0, 1.00), (100, 1.00)
 SatFiy_Oran = OTOAYGAZ_Satis_Fiy/Ort_otogaz_Paz_Satis_Fiy_kg
 Fiy_etkisi = GRAPH(SatFiy_Oran)
 (0.00, 5.00), (0.2, 4.88), (0.4, 3.28), (0.6, 1.95), (0.8, 1.18), (1.00, 1.00), (1.20, 0.875), (1.40, 0.775),
 (1.60, 0.65), (1.80, 0.4), (2.00, 0.025)
 INIT Bölge_Küm_otogaz_satislari[Metropol] = 4000000
 ist_basina_ort_otogaz_sat[Metropol] = Bölge_Küm_otogaz_satislari[Metropol]/toplam_istasyon[Metropol]
 Tercih_Edilirlilik[Metropol] = normal_tercih*i&r&p_etkisi*Fiy_etkisi
 tercih_etkisi[Metropol] = Tercih_Edilirlilik[Metropol]
 Erisilebilirlik[Metropol] = otoaygaz_ist_payi[Metropol]
 eris_etkisi[Metropol] = GRAPH(Erisilebilirlik[Metropol])
 (0.02, 0.87), (0.048, 0.89), (0.076, 0.9), (0.104, 0.91), (0.132, 0.93), (0.16, 0.945), (0.188, 1.08), (0.216,
 1.23), (0.244, 1.34), (0.272, 1.40), (0.3, 1.50)
 ist_bas_ort_OTOAYGAZ_satislari[Metropol] =
 ist_basina_ort_otogaz_sat[Metropol]*(tercih_etkisi[Metropol]*eris_etkisi[Metropol])

```

Bölg_OTOAYGAZ_Satislar[Metropol] = ist_bas_ort_OTOAYGAZ_satislari[Metropol]*Bö
lg_OTOAYGAZ_istasyon_adedi[Metropol]
INIT Bölge_Küm_otogaz_satislari[Diger] = 1000000
ist_basina_ort_otogaz_sat[Diger] = Bölge_Küm_otogaz_satislari[Diger]/toplaml_istasyon[Diger]
Tercih_Edilirlilik[Diger] = normal_tercih*i&r&p_etkisi*Fiy_etkisi
tercih_etkisi[Diger] = Tercih_Edilirlilik[Diger]
Erisilebilirlik[Diger] = otoaygaz_ist_payi[Diger]
eris_etkisi[Diger] = GRAPH(Erisilebilirlik[Diger])
(0.02, 0.87), (0.048, 0.89), (0.076, 0.9), (0.104, 0.91), (0.132, 0.93), (0.16, 0.945), (0.188, 1.08), (0.216
1.23), (0.244, 1.34), (0.272, 1.40), (0.3, 1.50)
ist_bas_ort_OTOAYGAZ_satislari[Diger] =
ist_basina_ort_otogaz_sat[Diger]*(tercih_etkisi[Diger]*eris_etkisi[Diger])
Bölg_OTOAYGAZ_Satislar[Diger] = ist_bas_ort_OTOAYGAZ_satislari[Diger]*Bö
lg_OTOAYGAZ_istasyon_adedi[Diger]
OTOAYGAZ_Satislar = ARRAYSUM(Bölg_OTOAYGAZ_Satislar[*])
OTOAYGAZ_Ciro = OTOAYGAZ_Satislar*OTOAYGAZ_Satis_Fiy
INIT Bölge_Küm_OTOAYGAZ_Satislari[Diger] = 0
Bolgenin_cazibesi[Diger] = GRAPH(Satislar[Diger])
(0.00, 1.00), (1.00, 1.00), (2.00, 1.00), (3.00, 1.00), (4.00, 1.00), (5.00, 1.00), (6.00, 1.00), (7.00, 1.00),
(8.00, 1.00), (9.00, 1.00), (10.0, 1.00), (11.0, 1.00), (12.0, 1.00), (13.0, 1.00), (14.0, 1.00), (15.0, 1.00),
(16.0, 1.00)
Yeni_diger_istasyon[Diger] = Bolgenin_cazibesi[Diger]*normal_dig_ist_acilma_frekans
Yeni_diger_istasyon[Metropol] = Bolgenin_cazibesi[Metropol]*normal_dig_ist_acilma_frekans
normal_otoaygaz_ist_acil_frekans[Diger] = GRAPH(TIME)
(0.00, 0.00), (1.00, 0.00), (2.00, 0.00), (3.00, 0.00), (4.00, 0.00), (5.00, 0.00), (6.00, 0.00), (7.00, 0.00),
(8.00, 1.00), (9.00, 0.00), (10.0, 2.00), (11.0, 0.00), (12.0, 1.00), (13.0, 0.00), (14.0, 0.00), (15.0, 2.00),
(16.0, 2.00)
Yeni_OTOAYGAZ_ist[Diger] = normal_otoaygaz_ist_acil_frekans[Diger]*Bolgenin_cazibesi[Diger]
normal_otoaygaz_ist_acil_frekans[Metropol] = GRAPH(TIME)
(0.00, 0.00), (1.00, 0.00), (2.00, 0.00), (3.00, 1.00), (4.00, 0.00), (5.00, 0.00), (6.00, 0.00), (7.00, 2.00),
(8.00, 1.00), (9.00, 1.00), (10.0, 1.00), (11.0, 0.00), (12.0, 3.00), (13.0, 1.00), (14.0, 3.00), (15.0, 0.00),
(16.0, 0.00)
Yeni_OTOAYGAZ_ist[Metropol] =
normal_otoaygaz_ist_acil_frekans[Metropol]*Bolgenin_cazibesi[Metropol]
INIT Bölge_Küm_OTOAYGAZ_Satislari[Metropol] = 15000
INIT Otogaz_Küm_Satislari = 5000000
INIT OTOAYGAZ_Küm_Satislar = 15000

```

```

{ RUNTIME EQUATIONS }
Potansiyel_araç_adeti(t) = Potansiyel_araç_adeti(t - dt) + (Yeni_Potansiyel_Araç - Otogaza_donusenle
* dt
Bölg_OTOAYGAZ_istasyon_adedi[Metropol](t) = Bölg_OTOAYGAZ_istasyon_adedi[Metropol](t - dt) +
(Yeni_OTOAYGAZ_ist[Metropol]) * dt
Bölg_diger_istasyon_adedi[Metropol](t) = Bölg_diger_istasyon_adedi[Metropol](t - dt) +
(Yeni_diger_istasyon[Metropol]) * dt

```

$$\text{Bölg_OTOAYGAZ_istasyon_adedi}[Diger](t) = \text{Bölg_OTOAYGAZ_istasyon_adedi}[Diger](t - dt) + (\text{Yeni_OTOAYGAZ_ist}[Diger]) * dt$$

$$\text{Bölg_diger_istasyon_adedi}[Diger](t) = \text{Bölg_diger_istasyon_adedi}[Diger](t - dt) + (\text{Yeni_diger_istasyon}[Diger]) * dt$$

$$\text{Otogaz_kullanan_araç_adeti}(t) = \text{Otogaz_kullanan_araç_adeti}(t - dt) + (\text{Otogaza_donusenler} - \text{Terk_Edenler}) * dt$$

$$\text{OTOAYGAZ_Küm_Ciro}(t) = \text{OTOAYGAZ_Küm_Ciro}(t - dt) + (\text{OTOAYGAZ_Ciro}) * dt$$

$$\text{Bölge_Küm_otogaz_satısları}[Metropol](t) = \text{Bölge_Küm_otogaz_satısları}[Metropol](t - dt) + (\text{Satıslar}[Metropol]) * dt$$

$$\text{Bölge_Küm_otogaz_satısları}[Diger](t) = \text{Bölge_Küm_otogaz_satısları}[Diger](t - dt) + (\text{Satıslar}[Diger]) * c$$

$$\text{Bölge_Küm_OTOAYGAZ_Satısları}[Diger](t) = \text{Bölge_Küm_OTOAYGAZ_Satısları}[Diger](t - dt) + (\text{Bölg_OTOAYGAZ_Satıslar}[Diger]) * dt$$

$$\text{Bölge_Küm_OTOAYGAZ_Satısları}[Metropol](t) = \text{Bölge_Küm_OTOAYGAZ_Satısları}[Metropol](t - dt) + (\text{Bölg_OTOAYGAZ_Satıslar}[Metropol]) * dt$$

$$\text{Otogaz_Küm_Satısları}(t) = \text{Otogaz_Küm_Satısları}(t - dt) + (\text{Otogaz_Satıslar}) * dt$$

$$\text{OTOAYGAZ_Küm_Satıslar}(t) = \text{OTOAYGAZ_Küm_Satıslar}(t - dt) + (\text{OTOAYGAZ_Satıslar}) * dt$$

$$\text{toplam_istasyon}[Metropol] = \text{Bölg_diger_istasyon_adedi}[Metropol] + \text{Bölg_OTOAYGAZ_istasyon_adedi}[Metropol]$$

$$\text{otoaygaz_ist_payı}[Metropol] = \text{Bölg_OTOAYGAZ_istasyon_adedi}[Metropol] / \text{toplam_istasyon}[Metropol]$$

$$\text{toplam_istasyon}[Diger] = \text{Bölg_diger_istasyon_adedi}[Diger] + \text{Bölg_OTOAYGAZ_istasyon_adedi}[Diger]$$

$$\text{otoaygaz_ist_payı}[Diger] = \text{Bölg_OTOAYGAZ_istasyon_adedi}[Diger] / \text{toplam_istasyon}[Diger]$$

$$\text{LPG_CIF_Fiy} = \text{GRAPH}(\text{TIME})$$

(0.00, 36556), (1.00, 36556), (2.00, 36556), (3.00, 36556), (4.00, 36556), (5.00, 36556), (6.00, 37033), (7.00, 38311), (8.00, 42851), (9.00, 52028), (10.0, 65915), (11.0, 75449), (12.0, 67579), (13.0, 56318), (14.0, 58878), (15.0, 61428), (16.0, 71024)

$$\text{etkilenmemis_AFiF} = \text{GRAPH}(\text{TIME})$$

(0.00, 0.00), (1.00, 0.00), (2.00, 0.00), (3.00, 0.00), (4.00, 0.00), (5.00, 0.00), (6.00, 49000), (7.00, 50000), (8.00, 49700), (9.00, 49700), (10.0, 49700), (11.0, 53500), (12.0, 6500), (13.0, 20000), (14.0, 22500), (15.0, 22500), (16.0, 22500)

$$\text{otogazli_arac_orani} = \text{Otogaz_kullanan_araç_adeti} / (\text{Potansiyel_araç_adeti} + \text{Otogaz_kullanan_araç_adeti})$$

$$\text{Akaryakitcılar_lobi_faa} = \text{IF}(\text{otogazli_arac_orani} > 0.1) \text{ THEN } 1 \text{ ELSE } 0$$

$$\text{AFiF_artis_etkisi} = \text{Akaryakitcılar_lobi_faa} * 0.30$$

$$\text{Otogaz_AFiF} = \text{etkilenmemis_AFiF} * (1 + \text{AFiF_artis_etkisi})$$

$$\text{ATV} = \text{IF}(\text{TIME} > 6) \text{ THEN } 0.01 \text{ ELSE } 0.40$$

$$\text{ResmiOtogazAlisFiy} = (\text{LPG_CIF_Fiy} + \text{Otogaz_AFiF}) * (1 + \text{ATV})$$

$$\text{Bölge_otogaz_kullanan_arac_adedi}[Metropol] = \text{Otogaz_kullanan_araç_adeti} * \text{Bölge_Arac_Payı}[Metropol]$$

$$\text{Satıslar}[Metropol] = \text{Bölge_otogaz_kullanan_arac_adedi}[Metropol] * \text{Arac_Br_Tüketimi}$$

$$\text{Bölge_otogaz_kullanan_arac_adedi}[Diger] = \text{Otogaz_kullanan_araç_adeti} * \text{Bölge_Arac_Payı}[Diger]$$

$$\text{Satıslar}[Diger] = \text{Bölge_otogaz_kullanan_arac_adedi}[Diger] * \text{Arac_Br_Tüketimi}$$

$$\text{Otogaz_Satıslar} = \text{ARRAYSUM}(\text{Satıslar}[*])$$

```

) talep_ etkisi = GRAPH(Otogaz_Satislar)
(0.00, 0.45), (5e+006, 0.48), (1e+007, 0.58), (1.5e+007, 0.74), (2e+007, 0.92), (2.5e+007, 1.07),
(3e+007, 1.22), (3.5e+007, 1.35), (4e+007, 1.42), (4.5e+007, 1.44), (5e+007, 1.45)
) norm_aygaz_marj = IF(TIME<12) THEN (IF (TIME<6) THEN 1.4 ELSE 0.60) ELSE 0.68
) AygazMas&KarMArj = talep_ etkisi*norm_aygaz_marj
) OTOAYGAZ_Satis_Fiy = ResmiOtogazAlisFiy*(1+AygazMas&KarMArj)
) Tüp_AFIF = GRAPH(TIME)
(0.00, 0.00), (1.00, 0.00), (2.00, 0.00), (3.00, 0.00), (4.00, 0.00), (5.00, 0.00), (6.00, 3000), (7.00, 3350),
(8.00, 2200), (9.00, 0.00), (10.0, 0.00), (11.0, 0.00), (12.0, 6500), (13.0, 20000), (14.0, 22500), (15.0,
22500), (16.0, 22500)
) Kacak_Alis_Fiy = (LPG_CIF_Fiy+Tüp_AFIF)*(1+ATV)
) Otogaz_Alis_Fiy = ResmiOtogazAlisFiy*(1-Kacak_Alis_orani)+Kacak_Alis_Fiy*Kacak_Alis_orani
) normal_marj = IF(TIME<12) THEN (IF (TIME<6) THEN 1.4 ELSE 0.56) ELSE 0.63
) DigerSirkM&KMArj = talep_ etkisi*normal_marj
) Dig_sir_otogaz_sat_fiy = Otogaz_Alis_Fiy*(1+DigerSirkM&KMArj)
) Ort_otogaz_Paz_Satis_Fiy_kg =
ARRAYMEAN(otoaygaz_ist_payi[*])*OTOAYGAZ_Satis_Fiy+(1-ARRAYMEAN(otoaygaz_ist_payi[*]))*I
g_sir_otogaz_sat_fiy
) km_basina_Oto_LPG_fiy = Ort_otogaz_Paz_Satis_Fiy_kg*km_basina_otogaz_tuketim_kg
) Benzin_satis_Fiy_It = GRAPH(TIME)
(0.00, 127000), (1.00, 135000), (2.00, 147000), (3.00, 148500), (4.00, 154500), (5.00, 159000), (6.00,
165000), (7.00, 165000), (8.00, 171000), (9.00, 169500), (10.0, 168000), (11.0, 172500), (12.0,
177400), (13.0, 192000), (14.0, 214500), (15.0, 252200), (16.0, 274500)
) km_basina_Benzin_Fiy = Benzin_satis_Fiy_It*km_benzin_tuketm_It
) OtoLPG_Benzin_Fiy_Or = km_basina_Oto_LPG_fiy/km_basina_Benzin_Fiy
) Fiyat_Dön_ etkisi = GRAPH(OtoLPG_Benzin_Fiy_Or)
(0.25, 3.00), (0.375, 1.62), (0.5, 1.00), (0.625, 0.66), (0.75, 0.42), (0.875, 0.15), (1.00, 0.075), (1.13,
0.06), (1.25, 0.045), (1.38, 0.03), (1.50, 0.01)
) smth_fiyat_dön_etki = SMTH1(Fiyat_Dön_ etkisi,4)
) Dön_ilk_yat_Mal = GRAPH(TIME)
(0.00, 1000), (1.00, 1010), (2.00, 1050), (3.00, 1100), (4.00, 1070), (5.00, 1070), (6.00, 1090), (7.00,
1120), (8.00, 1120), (9.00, 1100), (10.0, 1140), (11.0, 1140), (12.0, 1170), (13.0, 1160), (14.0, 1140),
(15.0, 1220), (16.0, 1170)
) Standart_disi_dön_or = GRAPH(Dön_ilk_yat_Mal)
(800, 8e-005), (860, 9e-005), (920, 0.0001), (980, 0.00011), (1040, 0.00012), (1100, 0.00012), (1160,
0.000125), (1220, 0.00013), (1280, 0.00014), (1340, 0.000155), (1400, 0.00016)
) St_sizlik_ etkisi = GRAPH(Standart_disi_dön_or)
(0.00, 0.982), (0.0001, 1.00), (0.0002, 1.11), (0.0003, 1.47), (0.0004, 1.84), (0.0005, 2.31), (0.0006,
3.75), (0.0007, 4.18), (0.0008, 4.63), (0.0009, 4.84), (0.001, 4.98)
) Kaza_Or = normal_kaza_orani*St_sizlik_ etkisi
) Kaza_Dön_ etkisi = GRAPH(Kaza_Or)
(0.00, 1.00), (0.0001, 0.04), (0.0002, 0.03), (0.0003, 0.025), (0.0004, 0.015), (0.0005, 0.02), (0.0006,
0.015), (0.0007, 0.015), (0.0008, 0.01), (0.0009, 0.01), (0.001, 0.005)
) smth_kaza_don_etki = SMTH1(Kaza_Dön_ etkisi,2)

```

ilk_yatirim_neg_etkisi = GRAPH(Dön_ilk_yat_Mal)
(800, 0.875), (920, 0.875), (1040, 0.975), (1160, 1.05), (1280, 1.10), (1400, 1.23), (1520, 1.23), (1640, 1.30), (1760, 1.40), (1880, 1.55), (2000, 1.75)

Otogaza_dönüşüm_or = normal_oto_don_oran*smth_fiyat_dö
n_etki*smth_kaza_don_etki/ilk_yatirim_neg_etkisi

Otogaz_kazalari = Otogaz_kullanan_araç_adeti*Kaza_Or

Kaza_Terk_etkisi = GRAPH(Otogaz_kazalari)
(0.00, 0.775), (1.00, 1.00), (2.00, 1.10), (3.00, 1.18), (4.00, 1.28), (5.00, 1.50), (6.00, 1.88), (7.00, 2.27), (8.00, 2.90), (9.00, 3.63), (10.0, 5.00)

Fiyat_Terk_etkisi = GRAPH(OtoLPG_Benzin_Fiy_Or)
(0.25, 0.825), (0.375, 0.875), (0.5, 0.9), (0.625, 0.9), (0.75, 1.00), (0.875, 1.03), (1.00, 1.10), (1.13, 1.21), (1.25, 1.55), (1.38, 2.45), (1.50, 4.78)

Terk_orani = normal_terk_oran*Kaza_Terk_etkisi*Fiyat_Terk_etkisi

Terk_Edenler = Otogaz_kullanan_araç_adeti*Terk_orani

Benzinli_yeni_araç = GRAPH(TIME)
(0.00, 21650), (1.00, 22500), (2.00, 22500), (3.00, 22500), (4.00, 21750), (5.00, 22750), (6.00, 22750), (7.00, 22750), (8.00, 21500), (9.00, 22750), (10.0, 22000), (11.0, 22500), (12.0, 22500), (13.0, 21500), (14.0, 23000), (15.0, 22000), (16.0, 21500)

Yeni_Potansiyel_Araç = Terk_Edenler+Benzinli_yeni_araç

Otogaza_donusenler = Potansiyel_araç_adeti*(Otogaza_dönüşüm_or+Standart_disi_dön_or)

Bolgenin_cazibesi[Metropol] = GRAPH(Satislar[Metropol])
(0.00, 1.00), (1.00, 1.00), (2.00, 1.00), (3.00, 1.00), (4.00, 1.00), (5.00, 1.00), (6.00, 1.00), (7.00, 1.00), (8.00, 1.00), (9.00, 1.00), (10.0, 1.00), (11.0, 1.00), (12.0, 1.00), (13.0, 1.00), (14.0, 1.00), (15.0, 1.00), (16.0, 1.00)

imaj&reklam&prom = OTOAYGAZ_Küm_Ciro*ReklamButcesi_Payi

i&r&p_etkisi = GRAPH(imaj&reklam&prom)
(0.00, 1.00), (10.0, 1.00), (20.0, 1.00), (30.0, 1.00), (40.0, 1.00), (50.0, 1.00), (60.0, 1.00), (70.0, 1.00), (80.0, 1.00), (90.0, 1.00), (100, 1.00)

SatFiy_Oran = OTOAYGAZ_Satis_Fiy/Ort_otogaz_Paz_Satis_Fiy_kg

Fiy_etkisi = GRAPH(SatFiy_Oran)
(0.00, 5.00), (0.2, 4.88), (0.4, 3.28), (0.6, 1.95), (0.8, 1.18), (1.00, 1.00), (1.20, 0.875), (1.40, 0.775), (1.60, 0.65), (1.80, 0.4), (2.00, 0.025)

ist_basina_ort_otogaz_sat[Metropol] = Bölge_Kümü
otogaz_satislari[Metropol]/toplam_istasyon[Metropol]

Tercih_Edilirlilik[Metropol] = normal_tercih*i&r&p_etkisi*Fiy_etkisi

tercih_etkisi[Metropol] = Tercih_Edilirlilik[Metropol]

Erisilebilirlik[Metropol] = otoaygaz_ist_payi[Metropol]

eris_etkisi[Metropol] = GRAPH(Erisilebilirlik[Metropol])
(0.02, 0.87), (0.048, 0.89), (0.076, 0.9), (0.104, 0.91), (0.132, 0.93), (0.16, 0.945), (0.188, 1.08), (0.216, 1.23), (0.244, 1.34), (0.272, 1.40), (0.3, 1.50)

ist_bas_ort_OTOAYGAZ_satislari[Metropol] =
ist_basina_ort_otogaz_sat[Metropol]*(tercih_etkisi[Metropol]*eris_etkisi[Metropol])

Bölg_OTOAYGAZ_Satislar[Metropol] = ist_bas_ort_OTOAYGAZ_satislari[Metropol]*Bölge_OTOAYGAZ_istasyon_adedi[Metropol]

ist_basina_ort_otogaz_sat[Diger] = Bölge_Kümü_otogaz_satislari[Diger]/toplam_istasyon[Diger]

Tercih_Edilirlilik[Diger] = normal_tercih*i&r&p_etkisi*Fiy_etkisi
 tercih_etkisi[Diger] = Tercih_Edilirlilik[Diger]
 Erisilebilirlik[Diger] = otoaygaz_ist_payi[Diger]
 eris_etkisi[Diger] = GRAPH(Erisilebilirlik[Diger])
 (0.02, 0.87), (0.048, 0.89), (0.076, 0.9), (0.104, 0.91), (0.132, 0.93), (0.16, 0.945), (0.188, 1.08), (0.216
 1.23), (0.244, 1.34), (0.272, 1.40), (0.3, 1.50)
 Ist_bas_ort_OTOAYGAZ_satislari[Diger] =
 Ist_basina_ort_otogaz_sat[Diger]*(tercih_etkisi[Diger]*eris_etkisi[Diger])
 Bölğ_OTOAYGAZ_Satislar[Diger] = Ist_bas_ort_OTOAYGAZ_satislari[Diger]*Bö
 lg_OTOAYGAZ_istasyon_adedi[Diger]
 OTOAYGAZ_Satislar = ARRAYSUM(Bölğ_OTOAYGAZ_Satislar[*])
 OTOAYGAZ_Ciro = OTOAYGAZ_Satislar*OTOAYGAZ_Satis_Fiy
 Bolgenin_cazibesi[Diger] = GRAPH(Satislar[Diger])
 (0.00, 1.00), (1.00, 1.00), (2.00, 1.00), (3.00, 1.00), (4.00, 1.00), (5.00, 1.00), (6.00, 1.00), (7.00, 1.00),
 (8.00, 1.00), (9.00, 1.00), (10.0, 1.00), (11.0, 1.00), (12.0, 1.00), (13.0, 1.00), (14.0, 1.00), (15.0, 1.00),
 (16.0, 1.00)
 Yeni_diger_istasyon[Diger] = Bolgenin_cazibesi[Diger]*normal_dig_ist_acilma_frekans
 Yeni_diger_istasyon[Metropol] = Bolgenin_cazibesi[Metropol]*normal_dig_ist_acilma_frekans
 normal_otoaygaz_ist_acil_frekans[Diger] = GRAPH(TIME)
 (0.00, 0.00), (1.00, 0.00), (2.00, 0.00), (3.00, 0.00), (4.00, 0.00), (5.00, 0.00), (6.00, 0.00), (7.00, 0.00),
 (8.00, 1.00), (9.00, 0.00), (10.0, 2.00), (11.0, 0.00), (12.0, 1.00), (13.0, 0.00), (14.0, 0.00), (15.0, 2.00),
 (16.0, 2.00)
 Yeni_OTOAYGAZ_ist[Diger] = normal_otoaygaz_ist_acil_frekans[Diger]*Bolgenin_cazibesi[Diger]
 normal_otoaygaz_ist_acil_frekans[Metropol] = GRAPH(TIME)
 (0.00, 0.00), (1.00, 0.00), (2.00, 0.00), (3.00, 1.00), (4.00, 0.00), (5.00, 0.00), (6.00, 0.00), (7.00, 2.00),
 (8.00, 1.00), (9.00, 1.00), (10.0, 1.00), (11.0, 0.00), (12.0, 3.00), (13.0, 1.00), (14.0, 3.00), (15.0, 0.00),
 (16.0, 0.00)
 Yeni_OTOAYGAZ_ist[Metropol] =
 normal_otoaygaz_ist_acil_frekans[Metropol]*Bolgenin_cazibesi[Metropol]

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında İstanbul’da doğan Didem KALKAN, İstanbul Özel Alman Lisesi’nden mezun olduktan sonra, 1992 yılında İTÜ İşletme Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’ne girmeye hak kazanmıştır. 1996 yılında lisans öğrenimini tamamlayan Kalkan, aynı yıl yine İTÜ Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda, Mühendislik Yönetimi Programı’nda yüksek lisansa başlamıştır.

Didem Kalkan, 1996 yılı Ağustos ayından itibaren Aygaz A.Ş.’de Dökmegaz Pazarlama Departmanı’nda çalışmaktadır.

