

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KULLANICI HAREKETLERİNİN ETMEN-TABANLI
SİSTEMLER İLE TEMSİLİ:
ALIŞVERİŞ MERKEZİ ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar Şehnaz CENANİ**

Anabilim Dalı : BİLİŞİM

Programı : MİMARİ TASARIMDA BİLİŞİM

TEMMUZ 2007

**KULLANICI HAREKETLERİNİN ETMEN-TABANLI
SİSTEMLER İLE TEMSİLİ:
ALİŞVERİŞ MERKEZİ ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mim. Şehnaz CENANİ
(710041009)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 16 Temmuz 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 19 Temmuz 2007**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Gülen ÇAĞDAŞ
Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Orhan HACIHASANOĞLU (İ.T.Ü.)
Öğr. Gör. Dr. Hakan TONG (İ.T.Ü.)**

TEMMUZ 2007

ÖNSÖZ

Değerli fikirleri ile tez çalışmam süresince bana yol gösteren tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Gülen ÇAĞDAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

ERASMUS kapsamında Delft Teknik Üniversitesi'nde bulunduğum süre içerisinde tez çalışmama katkılarından dolayı Assist. Prof. Bige TUNÇER'e, yardımları için ir. Andrew BORGART'a, Assist. Prof. Dr. R.M.F. STOUFFS'a ve Prof. ir. A.P.J.M. Fons VERHEIJEN'e ve bilgisayar modelinin oluşturulmasında büyük katkısı bulunan ağabeyim, Doğuş Üniversitesi öğretim görevlisi Reha CENANİ'ye teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, annem Necla CENANİ başta olmak üzere ailem, dayım, arkadaşlarım ve her zaman bana destek olan M. Çağdaş DURMAZOĞLU olmadan gerçekleştirilemezdi.

Temmuz 2007

Şehnaz CENANİ

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÖZET	viii
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı	1
1.2. Tezin Kapsamı	2
1.3. Tezde İzlenen Yöntem	2
1.4. Tezin Sağlayacağı Yararlar	2
1.5. Tezin Başarı Ölçütleri	3
2. YAPAY ZEKA	4
2.1. Yapay Zeka Kavramı ve Tarihçesi	4
2.2. Yapay Yaratıcılık	5
2.3. Uzman Sistemler	6
3. ALGI KAVRAMI VE MİMARLIK	8
2.1. Algı Kavramı	8
2.2. Mimarlıkta Mekan Algısı	8
2.3. Etmenlerde Algı	9
4. ETMENLER, TÜRLERİ VE ETMENLERDE ÖĞRENME SİSTEMLERİ	11
4.1. Etmen Tanımı	11
4.2. Etmen Özellikleri	15
4.3. Etmen Ortamı	17
4.4. Etmen Türleri	18
4.4.1. Arayüz Etmenleri	18
4.4.2. Bilgi Etmenleri	18
4.4.3. Hareketli Etmenler	18
4.4.4. Kuralcı (Normatif) Etmenler	19
4.4.5. İnanılır Etmenler	19
4.4.6. Uyarlanabilen Etmenler	19
4.4.7. Kendini Değiştirebilen Etmenler	20
4.4.8. Tepkisel Etmenler	21
4.5. Çok Etmenli Sistemler	22
4.5.1. Etmenlerde İletişim	22
4.5.2. Koordinasyon	23
4.5.3. Etmenlerde Etkileşim, Deneyim ve Öğrenme	24
4.5.4. Yapısal Bellek Sistemi	26
4.6. Nesneye Dayalı Modelleme ve Tasarım Kavramları	28
4.6.1. Nesne Tanımı	29
4.6.2. Sınıf Tanımı	29
4.6.3. Örnek Tanımı	30
4.6.4. Aktör ve Kullanım Senaryosu Tanımları	31

5. ETMEN TABANLI SİSTEMLERİN TASARIM ALANINDA KULLANIMI İLE İLGİLİ MODELLER	32
5.1. UCL Depthmap	32
5.2. PEDSIM	33
5.3. EVAS	34
5.4. Repast	36
5.5. The Digital Clockwork Muse	40
5.6. Sosyal Etki Modeli	42
5.7. Sanat Galerisi Modeli	47
5.8. Ekomorfik Sanat Galerisi Modeli	52
5.9. Vizyonu Olan Etmenler ile Mekansal Organizasyon Analizleri	58
6. KULLANICI HAREKET ÖRÜNTÜLERİNİ TEMSİL EDEN BİR SİSTEM TASARIMI	66
6.1. MallSim Modeli	66
6.2. MallSim Kullanıcı Kitlesi ve Kullanım Alanı ile İlgili Genel Bilgiler	67
6.3. MallSim Programındaki Etmenlerin Temsili ve Etmenlerde Algılama	70
6.3.1. Bilme	71
6.3.2. Bulma	71
6.3.3. Görme	71
6.3.4. Sayma	72
6.4. MallSim Programına ait Kurallar ve Sınırlamalar	73
6.4.1. Kurallar	73
6.4.2. Sınırlamalar	74
6.5. MallSim Programının Akış Diyagramı	75
6.6. MallSim Programındaki Aktörler, Sınıflar ve Kullanım Senaryoları	77
6.6.1. Aktörler	77
6.6.2. Sınıflar	77
6.6.3. Kullanım Senaryoları	81
6.7. MallSim Programının Gelişim Aşamaları	86
6.7.1. Yapılanlar	86
6.7.2. Gelecekte Yapılacaklar	87
6.8. MallSim Programının Uygulanması	88
7. SONUÇLAR	93
KAYNAKLAR	95
ÖZGEÇMİŞ	102

KISALTMALAR

AI	: Yapay Zeka (Artificial Intelligence)
SOM	: Self-organizing map
KSE	: Knowledge Sharing Effort
KQML	: Knowledge Query and Manipulation Language
KIF	: Knowledge Interchange Format
ACL	: Agent Communication Language
UCL	: University College London
PEDSIM	: Pedestrian Simulation
EVAS	: Exosomatic Visual Agent System
Repast	: The Recursive Porous Agent Simulation Toolkit
CA	: Cellular Automata
EVA	: Exosomatic Visual Architecture
GUI	: Graphical User Interface
UML	: Unified Modeling Language

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 4.1 : Basit Tepki Etmeni (simple reflex agent).....	12
Şekil 4.2 : Tepki Etmeni.....	12
Şekil 4.3 : Hedef-tabanlı Etmen (goal-based agent).....	13
Şekil 4.4 : Fayda-tabanlı Etmen (utility-based agent).....	13
Şekil 4.5 : Etmen Modeli.....	14
Şekil 4.6 : Üretim Sistemi Olarak Etmenler.....	14
Şekil 4.7 : Etmen ve Etmen Ortamı.....	17
Şekil 4.8 : Lawson'ın Beş Aşamalı Yaratıcı Süreç Modeli.....	20
Şekil 4.9 : von Martial'ın Koordinasyon İlişkileri Tipolojisi.....	23
Şekil 4.10 : Öğrenen Etmen Modeli.....	25
Şekil 4.11 : Yapısal Bellek.....	27
Şekil 4.12 : Yapısal Bellek ve Uzun Süreli Öğrenme.....	27
Şekil 4.13 : Sınıf Diyagramı.....	30
Şekil 4.14 : UML'de Kullanım Senaryosu Temsili.....	31
Şekil 4.15 : UML'de Aktör Temsili.....	31
Şekil 5.1 : Depthmap Programından Ekran Görüntüleri.....	33
Şekil 5.2 : Kullanıcı Hareketleri	33
Şekil 5.3 : PEDSIM Programından Üç Boyutlu Ekran Görüntüleri.....	34
Şekil 5.4 : PEDSIM Programından İki Boyutlu Ekran Görüntüsü.....	34
Şekil 5.5 : EVAS Ekran Görüntüleri.....	35
Şekil 5.6 : EVAS Ekran Görüntüleri.....	35
Şekil 5.7 : Yaya Modelleri: Eksosomatik Görsel Mimari "Exosomatic Visual Architecture".....	36
Şekil 5.8 : Repast "heatbugs".....	38
Şekil 5.9 : Repast "game of life".....	38
Şekil 5.10 : Repast "genetic office".....	39
Şekil 5.11 : Repast "jiggle toy".....	39
Şekil 5.12 : Yaratıcı Etmenler Topluluğu.....	40
Şekil 5.13 : Farklı Yenilik Tercihleri.....	41
Şekil 5.14 : Meraklı Etmen ve Evrimsel Sistem Arasındaki Etkileşim.....	41
Şekil 5.15 : Yerleşik Sosyal Etki Modeli (situated social force model).....	42
Şekil 5.16 : Dar Kapıdan Etmenlerin Geçışı (kapı genişliği: 5 birim).....	43
Şekil 5.17 : Geniş Kapıdan Etmenlerin Geçışı (kapı genişliği: 10 birim)..	43
Şekil 5.18 : İki Kapılı Alandan Etmenlerin Geçışı (kapı genişliği: 2x5 birim).....	43
Şekil 5.19 : Yeni Oluşan Kültür ile Baskın Kültür Etkileşimi.....	44
Şekil 5.20 : Kontrol Ögesinin Eklenmesi.....	45
Şekil 5.21 : Yeni Kültürün Ortaya Çıkışı (108,000. adım).....	45
Şekil 5.22 : Yeni Kültürün Ortaya Çıkışı (90,480. adım).....	46
Şekil 5.23 : Yeni Kültürün Ortaya Çıkışı (61,200. adım).....	46
Şekil 5.24 : Aynı Noktada İki Farklı Eylemin Gerçekleşmesi.....	47

Şekil 5.25	: Reynold'ın Toplanma Modelinde Kullanılan Yönetim Davranışları.....	48
Şekil 5.26	: Meraklı Etmen Mimarisi.....	49
Şekil 5.27	: “Raycasting” Kullanılarak Etmene Görme Yeteneği Verilmesi.....	50
Şekil 5.28	: Renk Çemberi.....	50
Şekil 5.29	: Sanat ürünlerinin uygun olmayan şekilde yerleştirilmesi nedeniyle ortaya çıkan iki problem.....	51
Şekil 5.30	: Sanat ürünlerinin uygun şekilde yerleştirilmesi ile gezmeyi ve incelemeyi destekleyen düzenleme şekli.....	51
Şekil 5.31	: Farklı Galeri Düzenlemeleri ve Etmen Dolaşım Stratejileri...	52
Şekil 5.32	: İzleyici Etmenler ve Sanat Ürünleri.....	54
Şekil 5.33	: Sanat Ürünlerinin Arkasında Duvar Oluşması.....	54
Şekil 5.34	: Sanat Ürünleri ve İzleyici Etmenlerin Etkileşimi.....	55
Şekil 5.35	: Duvarların Oluşması.....	57
Şekil 5.36	: L-şeklindeki Örüntünün Oluşması.....	58
Şekil 5.37	: Etmen Hareketleri.....	61
Şekil 5.38	: Yirmi Dört Tane Rastgele Dağıtılmış Mağaza Cephesi.....	61
Şekil 5.39	: Deforme Edilmiş Grid Üzerinde Alışveriş Hedefleri Olmayan Etmen Hareketleri.....	62
Şekil 5.40	: Deforme Edilmiş Grid Üzerinde Rastgele Dağıtılmış Mağaza Cepheleri.....	63
Şekil 5.41	: Etmen Araştırma Performansına ait Grafikler.....	64
Şekil 6.1	: Alexandrium I-II-III Alışveriş Merkezi Yerleşim Şeması.....	67
Şekil 6.2	: Alexandrium I - Mağaza Yerleşim Şeması.....	68
Şekil 6.3	: Alexandrium I-II-III Alışveriş Merkezi'ne ait Fotoğraflar.....	69
Şekil 6.4	: Güvenli Mesafe.....	72
Şekil 6.5	: MallSim – Etmen Akış Diyagramı.....	76
Şekil 6.6	: Sınıflar Arası İlişkiler.....	78
Şekil 6.7	: “Etmen” ve “Mağaza” Sınıfları.....	80
Şekil 6.8	: “Grup” ve “Alışveriş Listesi” Sınıfları.....	81
Şekil 6.9	: “Location Types” Menüsü.....	88
Şekil 6.10	: “Locations” Menüsü.....	89
Şekil 6.11	: “Agents” Menüsü.....	90
Şekil 6.12	: MallSim Kullanıcı Arayüzü.....	90
Şekil 6.13	: MallSim Ekran Görüntüsü – 1.....	91
Şekil 6.14	: MallSim Ekran Görüntüsü – 2.....	91
Şekil 6.15	: MallSim Ekran Görüntüsü – 3.....	92
Şekil 6.16	: MallSim Ekran Görüntüsü – 4.....	92

KULLANICI HAREKETLERİNİN ETMEN-TABANLI SİSTEMLER İLE TEMSİLİ: ALİŞVERİŞ MERKEZİ ÖRNEĞİ

ÖZET

Günümüzde bilişim, iletişim ve bilgi teknolojilerindeki (ICKT) gelişmeler nedeniyle bilgisayar destekli mimari tasarım (CAAD) ile ilgili yeni imkanlar ortaya çıkmıştır. Yapay zekanın (AI) kullanımı, genetik algoritmalar (GA) ve tasarımda etmenlerin kullanımı tasarımcılar için sınırsız olanaklar sağlamaktadır. Mimarlıkta etmen-tabanlı benzetimler, hem bina ölçeğinde mimarlar tarafından hem de şehirselle ölçekte şehir plancıları tarafından tasarımların analiz edilmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Artık insan topluluklarının benzetimleri ile yangın, deprem vb. gibi çeşitli tehlike durumlarında yapı içindeki kullanıcıların hareketleri karşısında binanın performansı analiz edilebilmektedir. Bu şekilde yapılan bir çalışma ile bina henüz inşa edilmeden ortaya çıkabilecek sorunlar gözlemlenebilmektedir. Sorunların çözümüne yönelik çalışmalar kolaylaştırırken tasarım sürecindeki zaman kaybını azaltmaktadır.

Açık mekanlardaki ve binalardaki kullanıcı hareketlerinin benzetimi mimarlık için önemlidir. Bu konularla ilgili UCL Depthmap, EVAS, Repast, PEDSIM, sosyal etki modeli ile sanat galerisindeki yaya hareketlerinin benzetimi, ekomorfik sanat galerisi modeli ve Londra'daki alışveriş caddelerindeki yaya hareketleri modeli gibi çeşitli önemli çalışmalar mevcuttur.

Benzetim, tasarımcıların fikirlerini anlatabilmek ve geliştirebilmek, tasarımlarını ifade edebilmek için çok uzun yıllardır kullandıkları bir yöntemdir. Perspektif çizimleri, üç boyutlu fiziki modeller ve teknoloji ilerledikçe ortaya çıkan üç boyutlu bilgisayar modelleri tasarımdan üretim aşamasına kadar tasarımların benzetimlerinin oluşturulması için kullanılmıştır. Günümüzde ilerleyen teknoloji yardımı ile temsil kavramı da yeni bir boyut kazanmıştır. Tasarımların temsilleri için artık poligon ile modelleme, raytracing, radiocity, sanal gerçeklik gibi teknikler kullanılmaktadır. Böylece, daha gerçekçi ve etkileyici görsel benzetimler elde edilebilmektedir.

Etmen tabanlı sistemler, Yapay Zeka'nın önemli bir uygulama alanıdır. Yapay Zeka'nın kullanımı sadece robotik bilimi ile sınırlı değildir; akıllı fikirlerin temelini anlamak ve bilgisayarların araştırmacı araçlar olarak kullanımı ile de ilgilidir. Bilgisayar ve zeka kavramını ilk olarak "makinelere düşünebilir mi?" sorusu ile ortaya koyan Alan M. Turing'dir. Yapay Zeka, insana ait olduğu kabul edilen akıl yürütme,

anlamlandırma, genelleme ve deneyimleyerek öğrenme gibi işlemleri bir bilgisayarın gerçekleştirebilmesidir.

Günümüzde etmen kavramı için birçok kaynakta ortak olarak kullanılan bazı tanımlamalar mevcuttur. Kısaca; etmenler, içine yerleştirildikleri çevrede kendilerine daha önceden verilen amaçlara ulaşabilmek için otonom eylemde bulunan bilgisayar sistemleri olarak tanımlanabilirler. Her etmen, diğer etmenlerden ve maddi dünyadan oluşan bir ortama sahiptir. Etmen, canlı organizmalar gibi içinde bulunduğu dünyayı algılayıcıları ile algılamakta, eylemcileri ile de eylemde bulunmaktadır.

Wooldridge ve Jennings'e göre etmenler aşağıda belirtilen temel özelliklere sahiptir:

Otonomluk :Etmenler, insanların etkisinde olmadan eylemde bulunabilirler ve kendi hareketleri ve iç durumları ile ilgili bazı kontrollere sahiptirler;

Sosyallik :Etmenler diğer etmenlerle ve insanlarla bir etmen iletişim dili kullanarak konuşabilirler;

Tepkisellik :Etmenler çevrelerini algılayıp bu çevrede gelişen değişikliklere tepki verebilirler;

Önetkinlik :Etmenler sadece çevrelerine tepki vermek için harekete geçmezler. Aynı zamanda, hedeflerine yönelik girişimde bulunacak davranışlar sergilerler;

Hareketlilik :Elektronik ağ üzerinde hareket edebilme yeteneğidir;

Dürüstlük :Bilerek ve isteyerek yanlış bilgi vermemesidir;

İyilikseverlik :Etmenlerin çatışan hedeflerinin olmayacağı varsayılır ve her etmen ondan istenilen görevi yerine getirmeye çalışır.

Mantıklılık :Bir etmen hedefine ulaşabilmek için eylemde bulunur, hedefine ulaşmasını engelleyecek hareketlerde bulunmaz.

Yukarıda açıklanan özelliklere göre, tez kapsamında tanımlanan etmenler tepkisel, hareketli, dürüst, iyiliksever ve mantıklıdır.

Tez kapsamında geliştirilen bilgisayar modeli MallSim'in amacı; etmen-tabanlı bir sistem kullanarak, çeşitli koşullar altında sanal bir ortamda alışveriş merkezindeki kullanıcıları temsil eden etmenler yardımı ile kullanıcılar ve mekan arasındaki ilişkileri analiz etmektir. Programın kullanıcı kitlesi mimarlar ve alışveriş merkezlerinin iç düzenlemesine ait tasarımları yapan özelleşmiş tasarım gruplarıdır. Genellikle mimarlar alışveriş merkezlerinin tasarımlarını yaparlarken mağazaların yerleşimleri ve mağaza içi düzenlemeleri yapmazlar. Bu konuda özelleşmiş ve sadece alışveriş merkezi iç düzenlemesi ile ilgilenen özel tasarım grupları bu

alışmaları yapmaktadır. Türkiye’de böyle bir sektör gelişmediği için i düzenlemeleri yapan özelleşmiş gruplar yabancı ülkelerdendir. Bu nedenlerden dolayı, yakın gelecekte bu bilgisayar modelinin ulusal mimarlar için yararlı bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

Alışveriş merkezi tasarımının uygulama projesine geçmeden önceki ve tasarım kararlarının yeniden gözden geçirilerek düzenlemelerin yapılabilceği avan proje aşamasında bu programın kullanılması amaçlanmıştır. Program aracılığıyla gözlemlenen problemlere göre değişikliklerin yapılması son aşamalarda yapılacak değişikliklere göre daha kolay olacaktır.

Tez kapsamında geliştirilen MallSim modelinin uygulanarak test edilmesi için Hollanda’nın Rotterdam şehrindeki “Alexandrium I-II-III” Alışveriş Merkezi kullanılmıştır. Otomobil ile ulaşımı kolay, tren ve metro istasyonuna da çok yakındır. Bu nedenlerden dolayı referans noktası ve kullanıcıların sık tercih ettiği bir mekan olmuştur. Öncelikle seçilen alışveriş merkezinde incelemeler yapılmıştır. Kullanıcıların en yoğun kullandıkları mekanlar, yollar ve nerelerde vakit geçirdikleri gözlemlenmiştir. Bu gözlemlerden elde edilen veriler geliştirilen bilgisayar programına aktarılmıştır.

Bu çalışmada, kullanıcıların davranışsal modellemesi için üç kaynak kullanılmıştır. Bu kaynaklardan birincisi literatür araştırmaları sonucunda elde edilen vre-davranış çalışmaları, ikincisi alışveriş merkezlerinde yapılan incelemeler ve bu alanda yapılmış çalışmalardan alınan destek ile elde edilen kullanıcıların bu mekanlardaki davranış örüntülerini ve hareket güzergahlarını etkileyen faktörlerdir. Son kaynak ise yapay zeka araştırmalarıdır. Mekansal etkileşimlerin benzetimini elde edebilmek ve davranış algoritmalarını oluşturmak için etmenlere ait kurallar ve sınırlamalar ortaya konulmuştur. Bu üç kaynak kullanılarak, kullanıcıların davranışlarını açıklayan hiyerarşik bir kurallar yapısı elde edilmiş ve sonuçta etmen-tabanlı bir yaklaşım üretilmiştir.

Bu alışma bir fonksiyon ile özetlenmek istenirse şöyle tanımlanabilir:

$$İ = f(H, K, O)$$

İ: Etmenlerin bulunduğu ortam ve davranışları arasındaki temel ilişkiler.

H: Hedefler (en yüksek düzeyli amaçlardır, etmenler arası ilişkilerle bağlantılıdır).

K: Kurallar (sosyal ve kültürel faktörlerden yola çıkılarak oluşturulmuşlardır ve her etmen görevlerini yerine getirirken bunlara uymak zorundadır).

O: Ortam (etmenlerin içinde bulunduğu ve tasarım elemanları ile ilişkili yapılı çevredir).

Etmenlerin güzergahlarının başlangıç noktası alışveriş merkezinin giriş kapısı, bitiş noktası da alışveriş merkezinin çıkış kapısı olarak kabul edilmiştir. Etmen girişten sonra sıradaki hedefini belirler ve hedefine ulaşmak için yürümeye başlar. Yürürken eğer diğer etmenler veya çeşitli engeller yolunu kapatıyorsa engelin çevresinden dolaşarak hedef yönüne gitmeye devam eder. Hedefe ulaştığında hedefte dolaşmaya başlayıp mağazadaki önceden belirli olan dolaşma süresini doldurur. Eğer dolaşma süresi dolduysa hedefi terk eder ve sıradaki hedefine doğru yürür. Tüm listesini tamamladıktan sonra çıkış kapısına doğru yürümeye başlar ve çıkışa ulaştığında etmen sistemi terk eder.

Tezde tanımlanan etmenlerde algılama Yan ve Kalay'ın yaptıkları çalışmadan esinlenilerek dört bölümden oluşturulmuştur:

Bilme: Etmenler alışveriş merkezine tüm mağazaların, başlangıç ve bitiş noktalarının nerede olduğunu bilerek girmektedir. Nerelerde yürüyebileceklerini, nerelerden geçemeyeceklerini bilmektedirler ve çevrelerindeki engelleri algılayabilmektedirler.

Bulma: İnsanlar hedefleri görüş alanındaysa ona en kısa yol ile ulaşmayı tercih ederler. Sadece belirli bir araç (bisiklet, araba, bebek arabası, engelli sandalyesi vb.) kullanan kişiler kestirme yolları kullanmayıp esas yolu kullanırlar. Bu çalışmada kullanıcıların alışveriş merkezinin devamlı müşterileri oldukları kabul edilmiş ve mağazaların yerlerini bildikleri varsayılmıştır. Bu nedenle A* algoritması (shortest path) kullanılarak etmenler hedeflerine giden en kısa yolu hesaplamaktadırlar.

Görme: Yürüyüşü sırasında etmenin diğer etmenlere ve engellere çarpması, ayrıca bu engellerden ve diğer etmenlerden belirli bir mesafeyi de koruması gerekmektedir. Geliştirilen programda, kişilerin yürürken birbirleri arasında oluşturdukları sınırlar ile ilgili kurallar Hall'un çalışması temel alınarak oluşturulmuştur. Her adımda etmen, güvenli mesafesini kontrol etmekte, bir engel varsa ona çarpmadan engelin çevresinden dolaşmaktadır.

Sayma: Belirli bir davranışın süresini tanımlamaktadır. Etmen hedef listesindeki mağazaları dolaşırken her mağazada ve alışveriş merkezinde toplam geçirmesi gereken belirli süre tanımlarına sahiptir. Bu nedenle devamlı gereken süreyi doldurup doldurmadığını ve mağazaların doluluk oranlarını kontrol etmektedir.

MallSim bilgisayar modeli hala gelişim aşamasındadır. Ancak, şu andaki versiyon temel amacı ifade edebilmektedir; alışveriş merkezlerindeki kullanıcıların hareketlerini izleyerek yüksek/düşük kullanım oranına sahip alanların bulunması.

Sonuç olarak, bu benzetim yardımı ile alışveriş merkezi planındaki yüksek/düşük kullanım oranına sahip alanlar görülebilmektedir. Böylece, zayıf noktalar (düşük kullanım oranı olan alanlar) ve zengin noktalar (yüksek kullanım oranı olan alanlar),

kullanıcıların hareketlerini kısıtlayan problemler ve yüksek kullanıcı hareketine cevap veremeyecek noktalar belirlenebilecek ve yapım aşamasından önce gereken değişiklikler gerçekleştirilebilecektir. Günümüzde, alışveriş merkezlerinin büyük bir bölümü bu tip ön çalışmalar yapılmadan inşa edildiği için kullanıcılar tehlike durumlarında ve günlük kullanımda çeşitli problemlerle karşılaşmaktadırlar. Bazı mağazalar kötü planlama nedeniyle ortalama kullanıcı oranına ulaşamamaktadır veya alışveriş merkezlerinin bazı bölümleri yüksek kullanıcı oranına cevap verememektedir. Bu model, tasarımcılara daha etkili iç mekan organizasyonları yapmalarında yardımcı olabilecektir.

Gelecekte programa eklenmesi planlanan özellikler şunlardır:

- Kalabalıktan uzak durma veya kalabalığın olduğu yöne yönelme isteği,
- Etmenlerin gerçek kullanıcı gibi hafızalarının olması,
- dwg uzantılı dosyaların kullanılabilmesi,
- Etmenlerin yürümenin yanı sıra oturma eylemini de gerçekleştirebilmesi,
- Mağazaların içindeki kullanıcı hareketleri,
- Programın birden çok kat planı ile ilişkili olarak çalıştırılabilmesi,
- Alışveriş merkezindeki farklı gün ve saatlerdeki kullanım yoğunluğunun incelenmesi (kullanıcı-zaman oranı),
- Sonuçların mekan sözdizimi yöntemi kullanılarak analiz edilebilmesi,
- Etkileşimli arayüz.

Böyle bir çalışma, yoğun yaya trafiğinin olduğu havaalanları, tren istasyonları, toplu taşıma yolları ve kültür merkezleri (sinemalar, tiyatrolar, müzeler) gibi alanlar için uygulanabilir. Bu çalışma, kullanıcı-mekan ilişkisine ait dinamiklerin ortaya çıkartılması ile hem mimari tasarım eğitimi alan öğrencilere hem de uygulama alanında çalışmalar gerçekleştiren mimarlara, yapım aşamasından önce alışveriş merkezlerinin tasarım problemlerini gözlemleyip çözmede yardımcı olacaktır. Bu araştırmanın, tasarımcılara binaların kullanıcılarını düşünüp onların ihtiyaçlarına cevap veren tasarımlar gerçekleştirmelerinde yardımcı olacağı düşünülmektedir.

REPRESENTATION OF USER MOVEMENTS BY AGENT-BASED SYSTEMS: MALL DESIGN

SUMMARY

Today, computer aided architectural design (CAAD) has more possibilities than before, because of the developments in information, communication and knowledge technologies (ICKT). The Use of artificial intelligence (AI), particularly genetic algorithms (GA) and agents in design, provide unlimited opportunities for designers. In architectural design, both in city scale and building scale, agent simulations are being used for testing user behaviors in various disaster circumstances, and testing the building itself for its resistance to cover the necessities in these situations. Ability of testing the interactions between users and building before construction is especially important for solving problems in early phases of design. Therefore, to design a building that interacts better with its users becomes easier and loss of time decreases in the design process.

Simulations of user flows in public spaces and buildings are important for architecture. There are some important related studies such as UCL Depthmap, EVAS, Repast, PEDSIM, curating an art exhibition with social force model studies, ecomorphic art gallery model, an agent-based model for London shopping streets; "Space layout affects search efficiency for agents with vision".

Simulation is a method used since a very long time to express and evaluate the designers' ideas. Perspective drawings, 3D physical models and 3D computer models are used for generating the simulation of designs from the conceptual phase to the construction phase. The advent of powerful computer graphics software has provided new technologies for producing visual representations of designs; polygonal modeling, raytracing, radiosity and virtual reality have allowed designers to generate increasingly realistic and immersive simulations of their work. Therefore, more realistic and effective visual simulations can be generated.

Agent-based systems are very important implementation fields of AI. The utilization of AI is not only limited to robots; it is also about understanding the origin of intelligent ideas and using computers as investigational devices. The concept of AI was first derived from a question "can machines think?" by Alan M. Turing. AI aims to perform some accepted operations such as reasoning, explaining, generalization and learning from experiences by a computer.

Today, there are various definitions in different studies used for explaining the word “agent”. Briefly, agents are computer systems situated in an environment which can act autonomously to achieve their goals. Every agent has an environment that consists of other agents and the physical world. Agents can experience the environment by their sensors and play an act with their effectors like living organisms.

According to Wooldridge and Jennings, agents have the following important characteristics:

Autonomy : Agents operate without the direct intervention of humans or others, and have some kind of control over their actions and internal state;

Social ability : Agents interact with other agents and humans via some kind of agent-communication language;

Reactivity : Agents perceive their environment, (which may be the physical world, a user via a graphical user interface, a collection of other agents, the Internet, or combination of all), and respond in a timely fashion to changes that occur in it;

Pro-activeness: Agents do not simply act in response to their environment; they are able to exhibit goal-directed behavior by taking the initiative.

Mobility : It is the ability of an agent to move around an electronic network;

Veracity : It is the assumption that an agent will not knowingly communicate false information;

Benevolence : It is the assumption that agents do not have conflicting goals, and that every agent will therefore always try to do what is asked of it;

Rationality : It is the assumption that an agent will act in order to achieve its goals, and will not act in such a way as to prevent its goals being achieved.

According to these characteristics, the agents in this study are reactive, mobile, veracious, benevolent and rational.

MallSim, the agent-based model developed in this research, aims to analyze relationships of users and spatial configurations using agent-based simulation systems, under certain circumstances in a virtual environment with agents that represent users of a shopping mall. Target groups of this study are architects and special design groups for interior designs of shopping malls. These specialized groups design the interior relationships of shopping malls. In Turkey, such firms do not exist; therefore, architectural firms often prefer to hire such design groups from

abroad. Thus, we expect that in the near future, this computer model will be a useful resource for national architects.

The utilization area of the agent-based model is the early design phase of design, before the application phase but no later than completing the entire design decisions. Using the model on this gap will help the designers to see the problems and change the design according to the results from the model.

“Alexandrium I-II-III” Shopping Mall is selected as case study for the computer program which is developed in the scope of this thesis. It is situated in Rotterdam, The Netherlands and it is very easy to reach by car, metro or train. Because of its location, the mall became a reference point and it is very commonly used. Alexandrium Mall consists of three sections. “Alexandrium I” has a well known shopping concept. “Alexandrium II” is composed of mega stores and these utilize the street shopping concept. These also form the link between I and III. “Alexandrium III” has specialized stores on furniture and interior design. First of all, some examinations such as the most preferred itineraries of users, how and where they spend their time inside the mall are made on the mall. Then, data gathered from these analyses are transferred to the computer model.

In this study, three resources are used for behavioral modeling of users. The first resource is environment and behavior studies gained by literature research. The second resource is the factors that affect behavior patterns and itineraries of users. These data are obtained from case studies on shopping malls and related academic studies about similar subjects. The third resource is studies about AI. As a result of these studies, rules and limitations for agents are developed and an agent-based model is generated.

This study can be briefly explained by a function:

$$RE = f(T, R, E)$$

RE: Basic relationships between environment and behavior of agents.

T: Targets (the highest level goals)

R: Rules (rules are based on social and cultural factors and every agent has to obey these rules)

E: Environment (agents are situated in this environment)

The starting point of agents' itineraries is the entrance door of the shopping mall and the finishing point is the exit door. After an agent enters the mall, it starts to walk towards its target. If it encounters an obstacle, it walks through sideway of the

obstacle. When it reaches the target shop, it starts touring inside of the shop until it fills up the time. Then it walks to the next target. After finishing all of the targets, the agent leaves the system.

Perception of the agents is inspired from Yan and Kalay's study and has four parts; knowing, finding, seeing and counting.

Knowing: Agents enter the mall, knowing the entrances and exits of the mall and also locations of all shops. Furthermore, they can perceive the environment so they can avoid collision by detouring.

Finding: People prefer to use shortcuts to reach their targets if the targets are in their field of vision. Only people with vehicles use preset ways (e.g. bicycle, car, stroller, wheel chair). In this study, users are constant customers. For this reason, agents calculate the shortest way to their targets by shortest path algorithm (A* algorithm).

Seeing: People try to avoid collisions and obstacles. Also, they maintain a safe distance from objects and other people. These data are adapted to the agents based on Hall's study. On every step each agent controls its safe distance; if there is a problem the agent makes necessary adjustments.

Counting: Counting defines the duration of a certain activity. Every agent (with or without a shopping list) has a preset touring time. Agents control their touring time and occupancy rate of shops.

Computer model MallSim, is still in progress. However, the current version implies the main goal; a designer will be able to see the user flow in a shopping mall to examine the areas with high/low user rate.

In conclusion, high and low user density areas of shopping malls can be observed by this simulation model. In this way, poor locations (low user areas), rich locations (high user areas), problem areas which limit users' movements and do not cover high user rates can be determined and modifications can be made before the construction phase. Today, because most of the shopping malls are built without these kinds of preliminary studies, users encounter different problems on disaster situations and even on regular days. Some of the shops can not reach an optimum user rate because of their poor location or some parts of malls can not respond to high user rate. This model will help designers to design more efficient interior organizations.

In the future, the model will have these features:

- Avoid/desire crowded places,
- Memory for agents,
- Using the system with dwg files,
- Sitting action (beside walking),
- Indoor activities for users (inside of shops),
- Using the system with multiple floor plans,
- Analyzing different days and hours (user-time rate),
- Analysis and results with space syntax methods,
- Architect friendly interface.

Such a study can be implemented for all public spaces, especially for traffic buildings like airports, train stations, public transport, cultural centres (cinemas, theatres, museums). In this study, exposing the dynamics of user-space relationship will help both students in architectural design education and professionals in practice, to observe and solve the design problems before the construction of shopping malls. Also, this research can help designers to think about the users of buildings and to incorporate users' needs in the design phase more than ever.

1. GİRİŞ

Kullanıcı hareketleri, mimari tasarımda yoğun yaya trafiğinin öne çıktığı havaalanları, tren istasyonları, toplu taşıma yolları ve kültür merkezleri gibi çok kullanıcı mekanların tasarımında önemli bir yere sahiptir. Yapıların tasarım sürecinde kullanıcı hareketlerinin göz ardı edilmesi nedeniyle yapım sonrası kullanım aşamasında, çeşitli afet durumlarında ve günlük kullanım sırasında kullanıcılar çeşitli problemlerle karşılaşmaktadırlar. Bu nedenle, yapılar tasarlandıkları amaçlara hizmet etmekte yetersiz kalmaktadırlar. Bu tez çalışması kapsamında alışveriş merkezlerindeki kullanıcı hareketleri ele alınmıştır. Alışveriş merkezi tasarımında, kullanıcılar ve mağazaların yerleşimi açısından ortaya çıkan problemler tasarım aşamasında değerlendirilip gerekli düzeltmeler yapılabilirse kullanıcıların ihtiyaçlarına cevap verebilen mekanlar ortaya çıkabilecektir. Bu nedenlerden dolayı, çalışmada alışveriş merkezi tasarımında kullanıcı hareketlerinin benzetimini gerçekleştiren bir modelin üretilmesi amaçlanmıştır ve araştırmadan elde edilen verilerin alışveriş merkezleri gibi çok kullanıcı mekanlardaki tasarım problemlerinin erken aşamalarda çözülmesine yardımcı olabileceği düşünülmüştür.

1.1. Tezin Amacı

Bu araştırmadaki amaç, geliştirilecek model ile alışveriş merkezlerindeki kullanıcıların etmenler aracılığıyla temsil edildiği sanal bir ortamda ve belirli koşullar altında, kullanıcı ile mekan düzenlemesi arasındaki ilişkilerin incelenmesidir.

Etmenlere atanan kullanıcı özelliklerine bağlı olarak alışveriş merkezi içerisindeki kullanıcı hareket örüntülerinin izlenmesi amaçlanmaktadır. Kullanıcıların sosyo-ekonomik yapıları, mekan içerisindeki kullanıcı sayısı gibi değişkenlerin hareket örüntülerine etkileri incelenecektir. Kullanıcıları temsil eden etmenlerin amaçları ve ulaşmaları gereken hedef noktalar olacaktır. Ortamda temsil edilen etmenlerin bu hedeflere ulaşmak için kullanacakları güzergahlar gözlemlenecektir. Çıkan hareket örüntüleri ile tasarımı yapılan mekan arasındaki uyumun sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilecektir.

Elde edilen sonuçlardan yararlanarak kullanıcılara daha uygun bir düzenleme ile hizmet verebilen alışveriş merkezi tasarımları yapabilmek ve yapının kullanım

aşamasından önce tasarım aşamasında test edilebilmesi sayesinde ortaya çıkan problemlerin hızlı ve doğru bir şekilde çözümlenmesi amaçlanmaktadır.

1.2. Tezin Kapsamı

Araştırma kapsamında ilk olarak yapay zekanın ortaya çıkışı, gelişimi ve mimari tasarım alanında kullanım olanakları incelenecektir. Daha sonra algı, bellek, deneyim, öğrenme gibi kavramlar ile mimari tasarım arasındaki ilişkilere değinilerek algı kavramının tasarım süreci üzerindeki etkisi açıklanacaktır. Etmen tanımı, özellikleri, türleri, öğrenme sistemleri, birbirleri ile iletişim kurma yöntemleri ve kullanım alanları ile ilgili bilgiler verildikten sonra etmen-tabanlı tasarım sistemleri ile günümüze kadar yapılmış çalışmalardan örnekler sunulacaktır. Son olarak ise, etmenler aracılığı ile sanal ortamda temsil edilecek kullanıcıların davranışlarını araştırmak için geliştirilen bilgisayar modeli üzerinde yapılan çalışma anlatılacaktır.

1.3. Tezde İzlenen Yöntem

Araştırma kapsamında üretilecek modeli geliştirebilmek için öncelikle alışveriş merkezlerindeki kullanıcıların alışkanlıkları incelenmiş ve kullanıcı profilleri çıkartılmıştır. Bu kullanıcıların alışveriş yönelimlerine ait bilgiler elde edildikten sonra her etmenin birer kullanıcıyı temsil ettiği bilgisayar modeli geliştirilmiştir. Her etmenin önceden belirlenen kullanıcı profillerine uygun olarak alışveriş hedefleri vardır. Alışveriş merkezinde hedeflerine ulaşmaya çalışan etmenlerin davranış örüntüleri, kullandıkları güzergahlar geliştirilen bilgisayar modelinde gözlemlenebilmektedir.

1.4. Tezin Sağlayacağı Yararlar

Günümüzde özellikle yurtdışında mimari tasarım alanında etmen kullanımı ile ilgili çalışmalar yoğun bir şekilde yapılmaktayken ülkemizde mimarlık alanında yapılan örneklerle rastlanılmamaktadır. Türkiye’de etmen benzetimlerinin tasarım sürecinde kullanımı hala etkin değildir. Geliştirilen model ve alışveriş merkezlerinde yapılan araştırmalar ile alışveriş merkezlerindeki kullanıcı hareket örüntülerine bağlı uygun yerleşim planına ait kriterlerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Programın kullanıcı kitlesi mimarlar ve alışveriş merkezlerinin iç düzenlemesine ait tasarımları yapan özelleşmiş tasarım gruplarıdır. Genellikle mimarlar alışveriş merkezlerinin tasarımlarını yaparlarken mağazaların yerleşimleri ve mağaza içi düzenlemeleri yapmazlar. Bu konuda özelleşmiş ve sadece alışveriş merkezi iç düzenlemesi ile ilgilenen özel tasarım grupları bu çalışmaları yapmaktadır. Türkiye’de böyle bir sektör gelişmediği için iç düzenlemeleri yapan özelleşmiş gruplar yabancı

lkelerdendir. Yakın gelecekte bu bilgisayar modeli ulusal mimarlar için yararlı bir kaynak olabilecektir.

Böyle bir çalışma, yoğun yaya trafiğinin olduğu havaalanları, tren istasyonları, toplu taşıma yolları ve kültür merkezleri (sinemalar, tiyatrolar, müzeler) gibi tüm kamusal alanlar için uygulanabilir. Bu çalışmada geliştirilen model, kullanıcı-mekan ilişkisine ait dinamiklerin ortaya çıkartılması ile hem mimari tasarım eğitimi alan öğrencilere hem de uygulama alanında çalışmalar gerçekleştiren mimarlara yapım aşamasından önce alışveriş merkezlerinin tasarım problemlerini gözlemleyip çözmede yardımcı olacaktır. Bu araştırmanın, tasarımcılara binaların kullanıcılarını düşünüp onların ihtiyaçlarına cevap veren tasarımlar gerçekleştirmelerinde yardımcı olacağı düşünülmektedir. Bu nedenlerden dolayı, yapılan araştırma projesinin Türkiye'deki mimarlık alanında yer alan ilk örneklerden biri olacağı düşünülmektedir.

1.5. Tezin Başarı ltleri

Aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşıldığı takdirde araştırmanın başarılı olduğu kabul edilecektir:

- Etmen tabanlı tasarımın mimari tasarım sürecine sağladığı olanakların tanımlanması,
- Alışveriş merkezi plan kurgusu üzerindeki gözlemlerden elde edilen verilerin geliştirilen bilgisayar modeline aktarılması ve örnek benzetim sisteminin oluşturulması.

2. YAPAY ZEKA

Bu bölümde öncelikle Yapay Zeka kavramının doğuşu ve gelişmesinde etkili olan faktörler anlatılmıştır. Daha sonra Yapay Zeka'nın önemli uygulama alanlarından biri olan Uzman Sistemler tanımlanmış, özellikleri ve uzman sistem türleri açıklanmıştır. Son olarak ise etmenler ve uzman sistemler arasındaki ilişki kısaca belirtilmiştir.

2.1. Yapay Zeka Kavramı ve Tarihçesi

Etmen tabanlı sistemler, Yapay Zeka'nın (Artificial Intelligence - AI) önemli bir uygulama alanıdır. Yapay Zeka'nın kullanımı sadece robotik bilimi ile sınırlı değildir; akıllı fikirlerin temelini anlamak ve bilgisayarların araştırmacı araçlar olarak kullanımı ile de ilgilidir. Yapay Zeka günümüzde, algı ve mantıklı düşünme (logical reasoning) gibi genel amaçlı alanlardan; satranç oynama, matematik teoremlerini ispatlama, şiir yazma ve hastalıklara teşhis koyma gibi belirli görevlere kadar çeşitli geniş alt alanları içine almaktadır (Russell ve Norvig, 1995). Schalkoff'a göre Yapay Zeka, akıllı davranışı bilişsel işlemler ile açıklamaya çalışan bir araştırma alanıdır (Schalkoff, 1990). Durkin'e göre ise bilgisayarların insanlara benzer şekilde us yürütmesini başarmaya çalışan bilgisayar bilimlerindeki çalışma alanıdır (Durkin, 1994).

Bilgisayar ve zeka kavramını ilk olarak "makineler düşünebilir mi?" sorusu ile ortaya çıkartan Alan M. Turing'dir. 1943'te İkinci Dünya Savaşı sırasında Kripto Analizi gereksinimleri ile üretilen Elektro-Mekanik cihazlar sayesinde Bilgisayar Bilimi ve Yapay Zeka kavramları doğmuştur. Alan Turing, Nazi'lerin Enigma makinesinin şifre algoritmasını çözmeye çalışan matematikçilerin en ünlülerinden biridir (www.yapay-zeka.org). Alan Turing'in 1950 tarihli "Computing Machinery and Intelligence" adlı makalesi bir makinenin akıllı kabul edilip edilemeyeceğini tartışmaktadır (Turing, 1950). Alan Turing, "The Turing Test" yaklaşımını geliştirmiştir. Bu teste göre, bilgisayar bir insan tarafından teletype aracılığıyla sorguya çekilmektedir. Eğer sorgulayan kişi sorgulananın insan mı yoksa bilgisayar mı olduğunu anlayamazsa bilgisayar testte başarılı bulunmaktadır.

Bu alandaki çalışmalara ilk olarak "Yapay Zeka" ismini veren John McCarthy'dir (Russell ve Norvig, 1995). McCarthy "Lisp" adlı yüksek düzey bir dil geliştirmiştir. Bu dil en çok kullanılan Yapay Zeka programlama dili olmuştur. "Lisp" halen kullanılan,

ikinci en eski dildir. FORTRAN, Lisp'ten bir yıl daha önce geliştirilmiştir (Russell ve Norvig, 1995).

Yapa Zeka, insana ait olduğu kabul edilen akıl yürütme, anlamlandırma, genelleme ve deneyimleyerek öğrenme gibi işlemleri bir bilgisayarın gerçekleştirebilmesidir. Yapay Zeka, farklı disiplinler ile ilişkili bir alandır. Mantık ve bilişsel psikoloji (bilgilerin ve kanıtlamaların gösterilme temelleri için), dilbilim (konuşma ve yazı dilinin işlenmesi için), ergonomi, felsefe, nöroloji ve biyoloji gibi disiplinler ile Yapay Zeka çalışmaları yakından ilişkilidir. İnsanlar karşılaştıkları problemleri çözerken sağduyularını kullanırlar ancak bilgisayarlar onlara daha önceden verilen kurallar ve sınırlamalar doğrultusunda eleme yöntemi ile problemleri çözmeye çalışırlar.

2.2. Yapay Yaratıcılık

Yapay yaratıcılık bilgi işleme dayalı bir yaklaşımdır. Yapay yaratıcılık, insan yaratıcılığını inceleyen bilişsel bilim, sosyoloji ve tarih gibi birçok farklı yaklaşım ile uyumludur (Saunders ve Gero, 2001b). Birçok kaynakta çok çeşitli yaratıcılık tanımları ile karşılaşmamıza rağmen araştırmacıların bir kısmı ortak bir tanımlama üzerinde anlaşmanın imkansız olduğunu savunmaktadırlar. Boden (1992), yaratıcılık için iki tanım sunmuştur (Saunders ve Gero, 2001b): Psikolojik yaratıcılık (P-creativity) ve tarihsel yaratıcılık (H-creativity). Boden bu yaklaşımı ile yaratıcılık kavramının araştırma alanında iki önemli anlamı olduğunu kabul etmiştir. Birincisi, yaratıcı birey tarafından gerçekleştirilen işlemleri tanımlamak için kullanılan “etiket” (label); ikincisi, yaratıcı bireylerin veya yaratıcı işlerin önemini onurlandırmak için toplum tarafından verilen “unvan” (title)’dır (Saunders ve Gero, 2001b).

Birçok kişi bilgisayarların gerçek anlamda yaratıcı olamayacağını savunmaktadır. Çünkü bilgisayarın yapabildikleri programlamacının yaratıcılığı ile ilişkilidir. Boden bilgisayarların yaratıcı kabul edilebilecek fikirler üretilip üretilmeyecekleri konusunda, bilgisayarların hem başarıları hem de hataları ile kendi yaratıcı güçlerimiz konusunda daha net düşünmemize yardımcı olduğunu savunmaktadır (Boden, 2004).

Csikszentmihalyi yaratıcılığın ne olduğu sorusunu bir kenara bırakıp yaratıcılığın nerede olduğu ile ilgilenmiştir (Saunders ve Gero, 2001b). Csikszentmihalyi (1996), yaratıcı sistemlerin üç önemli parçası olduğunu keşfetmiştir. Bunlar:

- birey,
- “alan” adı verilen sosyal ve etkileşimli parça,
- “etki alanı” olarak adlandırılan kültürel ve sembolik parçadır.

Genel bir döngüde, birey kültür tarafından sağlanan bazı bilgileri alır ve onu dönüştürür. Eğer dönüşüm toplum için değerli olursa kültüre eklenir. Bu durum, yeni dönüşüm ve evrim döngüsü için yeni bir başlangıç noktası sağlar. Csikszentmihalyi'nin bakış açısına göre bu parçalar yaratıcılığı oluşturmaz. Aslında bu parçalar arasındaki etkileşim, yaratıcılığı oluşturur (Saunders ve Gero, 2001b).

2.3. Uzman Sistemler

Uzman sistemler (expert systems), Yapay Zeka'nın en önemli uygulama alanıdır. Uzman sistemler bilgiyi ve çıkarsama işlemlerini kullanarak insan uzman gibi sonuca ulaşırlar. Bir problemde yardımcı olabilecek ve bir uzmanın görevini yapabilecek yardımcı araçlardır (Çağdaş, 2004). Bir uzman problemi diğer kişilerden daha iyi algılayabilen bir bireydir. Deneyim sayesinde uzman, etkili ve verimli şekilde problemi çözebilecek beceriler geliştirir (Durkin, 1994). Problem çözümünde bilgiyi, çıkarsama veya us yürütme mekanizmalarını kullanarak çözüm üreten akıllı bilgisayar programlarına uzman sistemler denir (Çağdaş, 2004).

Uzman sistemlerin uygulama alanları çok geniştir. Uzman sistemler uygulama alanları temel alındığında; yorumlama, tahmin yapma, teşhis koyma, tasarım, planlama, iş akışını izleme, hata bulma, onarım, eğitim ve kontrol alanlarında kullanılabilirler (Çağdaş, 2004).

Uzman sistemlerin en önemli özellikleri; kullanıcıyla kolay iletişim kurmaları, karar verebilmeleri, analiz yapabilmeleri, olası çözümler geliştirebilmeleri ve bu çözümler arasından seçim yapabilmeleridir. Uzman sistemlerin kontrol mekanizmaları ve bilgi dağarcıkları vardır. Uzmanlık alanında oluşmuş işlemsel ve tanımlayıcı bilgiler bilgi dağarcığında toplanır. İlişkilendirilmiş bilgileri mantıksal işlemlerle sonuçlandıran bir çıkarsama mekanizması bilgi dağarcığına bağlı olarak sonuç üretir. Uzman sistemin tek bir sonuç değil, sonuç alternatiflerini üretebilmesi ve alternatifler arasından da değerlendirme yapıp çözüme ulaşabilmesi gerekmektedir. Ayrıca Uzman sistemler problem çözme süreci sonunda elde ettiği yeni bilgi ve ilişki sistemlerini bilgi dağarcığına yerleştirebilmeli; bir bakıma insan uzmanlar gibi öğrenme işlemini yerine getirebilmelidir (Çağdaş, 2004).

Bir uzman sistemin bileşenleri; uzman kişi (expert), bilgi mühendisi, uzman sistem üretme araçları ve uzman sistemi kullanan kişidir (end user) (Çağdaş, 2004).

Kullandıkları bilginin temsil biçimine göre uzman sistem türleri (Çağdaş, 2004):

- Kural tabanlı uzman sistemler (rule-based expert systems),
- Çerçeve tabanlı uzman sistemler (frame-based expert systems),

- Prototip tabanlı uzman sistemler (prototype-based expert systems).

Kural tabanlı uzman sistem ilk geliştirilen sistemdir. Tasarım elemanlarına ait bilgi, bilgi dağarcığındaki (knowledge base) kurallar ile temsil edilen ve yeni bilgileri kavramak için çıkarsama makinesi (inference engine) kullanan bilgisayar programıdır. (Durkin, 1994).

Çerçeve tabanlı uzman sistem tanımı kural tabanlı uzman sistem tanımı ile benzerdir ancak önemli bir fark vardır. Çerçeveler kurallar yerine bilginin temsili için kullanılırlar. Nesnenin tanımlanması dışında nesnenin nasıl davrandığını da belirtmektedir (Durkin, 1994). Çerçeve tabanlı uzman sistemler tipolojik bilginin ve elemanlar arası ilişkilerin temsil edilmesinde daha etkin kullanılırlar. Ama bir çerçeve tabanlı uzman sistemin tekdüze yapısı tasarım elemanlarının işlevsel, yapısal ve davranışsal niteliklerinin ayrı ayrı temsil edilmesinde yetersiz olabilir (Çağdaş, 2004).

Prototip tabanlı uzman sistemlerde elemanlar arası ilişkilerin de temsili sağlanabilir. Prototip tabanlı uzman sistemle esnek bir yapıya sahiptirler. Prototip tabanlı uzman sistemde kullanıcı arayüzü, bir prototip sistemi, ve bir bilgi tabanı olmalıdır (Çağdaş, 2004).

İncelenen çalışmalar sonucunda etmenler ile uzman sistemler arasındaki temel farklar şu şekilde belirtilebilir; etmenler bir ortama yerleştirilirler, uzman sistemler ise bulundukları ortamın farkında değildirler. Kullanıcıya sorular sorarak bilgi edinebilirler. Etmenler otonom hareketlerde bulunabilirler, uzman sistemler ise eyleme geçemezler. Bazı gerçek zamanlı uzman sistemler aslında etmen oldukları için otonom hareketlerde bulunabilmektedirler.

3. ALGI KAVRAMI VE MİMARLIK

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler insanların içinde yaşadıkları ortamlarda değişikliklere yol açmış ve sanal mekan kavramı ortaya çıkmıştır. Mimarlık, hem fiziksel hem de sanal mekan kavramları ile yakından ilişkilidir. Sanal mekanların gerçek mekanlardan farklı öğeleri vardır, ancak gerçek mekanlar gibi sanal mekanların da kendisine ait algısı vardır. Mimarlıktaki algı kavramını oluşturabilmek için öncelikle algı psikolojisindeki algı kavramı tanımlanmalı ve fiziksel mekanlarda algı psikolojisini sağlayan öğeler açıklanmalıdır.

3.1. Algı Kavramı

Algı psikolojisinde; algı çevresel bilginin duyular aracılığı ve zihinsel bir süreçle okunması şeklinde tanımlanır (Özen, 2006). Lang, algılamanın duyumsal ve zihinsel olmak üzere iki süreçten ortaya çıktığını söylemektedir. Duyumsal süreç, duyularımıza dayalıyken, zihinsel süreç bilgiye dayalıdır (Lang, 1977). Duyumsal süreç, çevreden gelen bilgileri ve verileri duyularımız aracılığı ile yorumladığımız süreçken, zihinsel süreç bunun devamında duyularımız ile edindiğimiz ya da fark etmediğimiz çevresel bilgileri ancak yaşanmışlığa bağlı olarak kavramsallaştırdığımız ve bu yolla zihnimizde oluşturduğumuz süreçtir (Kahvecioğlu, 1998). Kişinin mekan ile ilk defa karşılaşması ve mekanda kısa bir süre bulunması durumlarında duyumsal süreç gerçekleşmektedir. Duyumsal süreç, fizyolojik veriler ve mekansal elemanlara ait uyarılar gibi öğeleri içermektedir. Zihinsel süreç ise, kişinin mekan ile ilgili hatırladıklarına dayanmaktadır. Bu noktada mekanın kişi tarafından daha önceden deneyimlenmesi önemlidir. Kişi için mekanda ilk olarak duyumsal algılama, bunun ardından ise mekanın içinde bulunma süresi ile ilişkili olarak zihinsel algılama gerçekleşir.

3.2. Mimarlıkta Mekan Algısı

Algıyı oluşturan bileşenler ile ilgili kent ölçeğinde çalışmalar yapmış olan Lynch, "The Image of the City" adlı kitabında bu bileşenleri beş ana başlıkta ifade etmektedir (Lynch, 1960). Bunlar; yol, yüzey, bölge, düğüm noktası ve nirengi/referans noktasıdır (landmark). Norberg-Schulz ise "Existence, Space and

Architecture”da merkez veya yer (yaklaşma), yön ve yol (süreklilik) ve üçüncü olarak da alan veya ilgi alanı (sınır) diye gruplamıştır (Norberg-Schulz, 1971).

Lynch’e göre algı bileşenleri:

- Yol: Gözlemcilerin alıştığı ya da bazen potansiyel olarak kullandığı kanallardır.
- Yüzey: Gözlemciler tarafından yol olarak kullanılmayan doğrusal elemanlardır. Bunlar herhangi iki bölüm arasında sürekliliği kıran sahil, demiryolu veya duvar gibi sınırlardır.
- Bölge: Karakteristik ortak özelliklere sahip alanlardır.
- Düğüm Noktası: Öncelikle birleşme noktasıdır. Seyahatteki duraklama yerleridir. Yolların kesişim-yönelim noktalarıdır. Bir yapıdan diğerine yöneldiğimiz an’dır.
- Nirengi/Referans Noktası (Landmark): Düzen içerisinde fark edilebilen durumlardır. Mekansal organizasyon içindeki çeşitlilik ve farklılaşmalardır.

Norberg-Schulz’a göre algı bileşenleri:

- Merkez veya Yer (Yaklaşma): Merkez bir çevredeki referans noktasıdır. Bütün merkezler eylemlerin yeridir. Buna göre merkezleri, eylemin birim mekanı olarak tanımlamak mümkündür.
- Yön ve Yol (Süreklilik): Her mekan içerisinde yön kavramı vardır. Yön, kişinin ortam içindeki hareketlerini tanımlar. Kişinin mekan içindeki pozisyonunu belirlemesi, bulunduğu noktadan ayrılması ile başlar ve seyahati boyunca yol kişinin amacı doğrultusunda ilerlemesine yardımcı olur. Algısal ve şematik olarak bir yolun karakteristik özelliği sürekliliğidir.
- Alan veya İlgi Alanı (Sınır): Alan içinde yolların tanımlandığı, strüktürü olmayan zemin olarak tanımlanabilir.

Lynch ve Norberg-Schultz’un tanımladığı algı bileşenlerine göre kişinin mekan içinde nerede olduğunu anlaması ve gitmek istediği hedef noktaya ulaşabilmesi için çeşitli işaret ve yönlendirmelere ihtiyacı vardır.

3.3. Etmenlerde Algı

Etmen sistemlerindeki öğrenme, hatırlama mekanizması insanlardaki algı kavramı temel alınarak oluşturulmaktadır. Etmenler de daha önceden içinde bulundukları mekanları, dolaştıkları güzergahları yapısal belleklerinde depolayabilmektedir. Algılayıcılar sayesinde içinde bulundukları çevreyi kavramaktadırlar. Etmenlere

insan bakış açısı ($\sim 170^\circ$) verilerek gerçekliğe uygunlukları artırılır ve mekânı algılama kapasiteleri insana en yakın orana getirilir. Bir duvar veya birden çok etmenin oluşturduğu kalabalıklık gibi engeller nedeniyle görüş alanlarında daralmalar meydana gelebilir. Bu gibi özellikler sanal ortamda oluşturulan etmen topluluklarının içinde bulundukları mekânı insanlara benzer şekilde algılamalarını sağlamaktadır.

Etmenlerdeki algılama işlemi de insanlarda olduğu gibi bilme, bulma, görme ve sayma şeklinde dört bölüme ayrılabilir (Yan ve Kalay, 2006). İnsan kullanıcılar gibi etmenler de içinde bulundukları ortamı görmeleri, nerede olduklarını bilmeleri, hedeflerine giden yolu bulmaları ve bu davranışları belirli süreler içinde yapmaları sayesinde algılama işlemini gerçekleştirebilirler. Etmenlerde algı kavramı, 6.2. MallSim Programındaki Etmenlerin Temsili ve Etmenlerde Algılama bölümünde daha detaylı anlatılmaktadır.

4. ETMENLER, TÜRLERİ VE ETMENLERDE ÖĞRENME SİSTEMLERİ

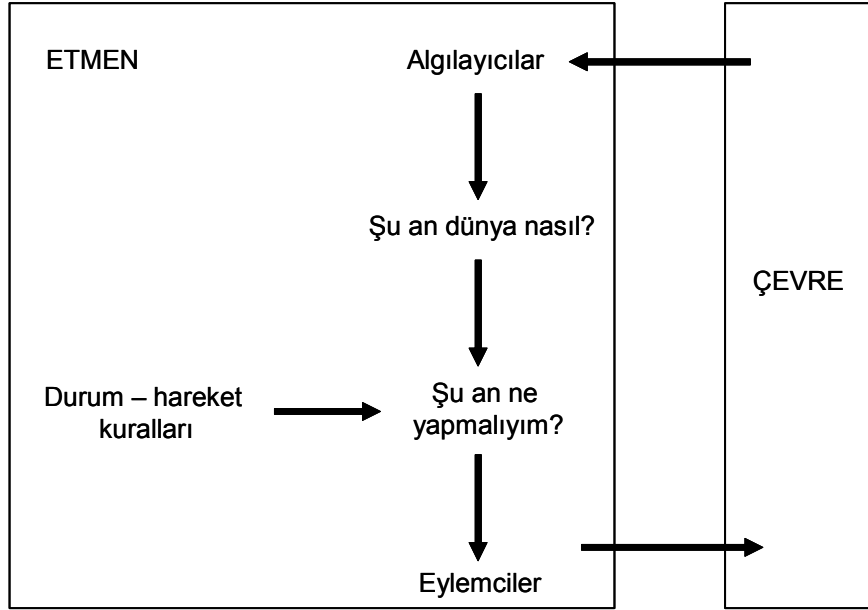
Bu bölüm kapsamında ele alınacak alt konulardan birincisinde etmen (agent) kavramı için oluşturulmuş çeşitli tanımlamalara yer verilmiştir. İkincisinde etmenlerin özellikleri açıklanmıştır. Bu konu başlığı altında etmenlerde etkileşim, deneyim ve öğrenme ile yapay yaratıcılık konuları incelenmiştir. Üçüncü alt konuda etmen ortamı, dördüncüde ise yapılan araştırmalar sonucunda seçilen bazı etmen türleri tanımlanmıştır. Beşinci alt konu çoklu etmen sistemlerine ayrılmıştır. Çoklu etmen sistemleri kapsamında etmenlerde iletişim ve etmenlerde öğrenme sistemleri incelenmiştir.

4.1. Etmen Tanımı

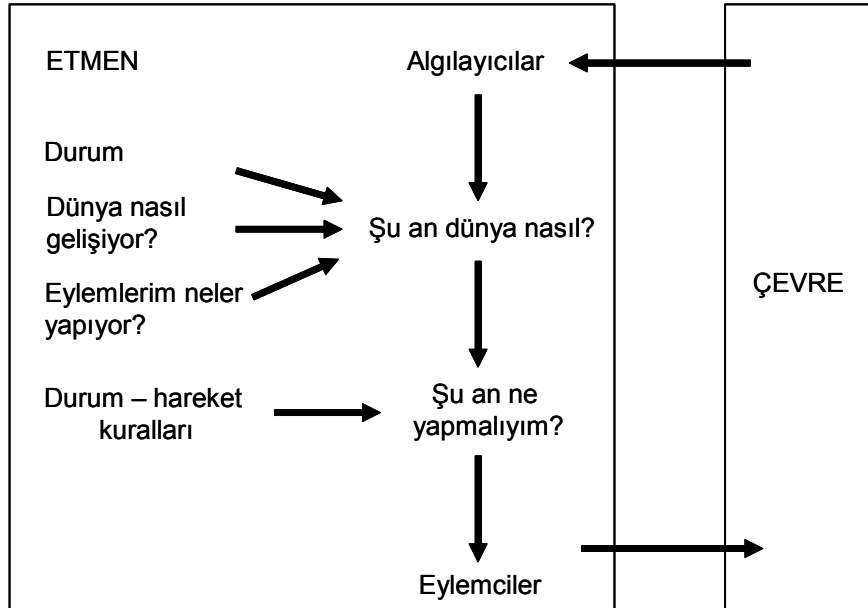
Günümüzde etmen kavramı için birçok kaynakta ortak olarak kullanılan bazı tanımlamalar mevcuttur. Jennings ve Wooldridge'e göre etmen, tasarım alanındaki uzmanlığına bağlı olarak içinde bulunduğu ortamda kendi başına eylem gerçekleştirebilen bilgisayar sistemidir (Jennings ve Wooldridge, 1998). Janca ve Gilbert'a göre ise etmen, kişilere ve eylemlere yardımcı olan bir yazılımdır. Bazı görevleri ve verilen sınırlamaları yerine getirmek için görevlendirilirler (Janca ve Gilbert,1998). Nwana ise etmeni, kullanıcısı adına verilen görevleri tamamlamak için bağımsız çalışma yetisine sahip yazılım veya donanım parçası olarak tanımlamaktadır (Nwana, 1996). Etmenler e-posta filtreleri gibi küçük sistemlerden, hava trafiği kontrolü gibi kapsamlı açık, karmaşık, önemli görevleri olan sistemlere kadar uzanan, çeşit sayısı gün geçtikçe artan uygulamalarda kullanılmaktadır. Arayüz etmenleri, tepkisel etmenler, hareketli etmenler, bilgi etmenleri, heterojen etmenler, meraklı etmenler, ortak çalışabilen etmenler, bilişsel etmenler, öğrenen etmenler, yerleştirilmiş (situated) etmenler gibi etmen türleri mevcuttur.

Etmenler, canlılar gibi bulundukları çevreyi algılayıcılar aracılığıyla deneyimleyip eylemciler aracılığıyla eylemde bulunurlar. Yapay zekanın işlevi etmen programını tasarlayabilmektir. Etmen programını tasarlamadan önce olası algılar, eylemler, etmenin ulaşması gereken hedefler, performans ölçütleri ve etmenin nasıl bir ortamda bu işlemleri yapacağı hakkında bilgi sahibi olunması gerekmektedir (Russell ve Norvig, 1995). Russell ve Norvig'e göre basit tepki etmeni (simple reflex agent), tepki etmeni (reflex agent), hedef-tabanlı etmen (goal-based agent), fayda-

tabanlı etmen (utility-based agent) ile ilgili şematik etmen yapıları sırasıyla Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te görülmektedir.



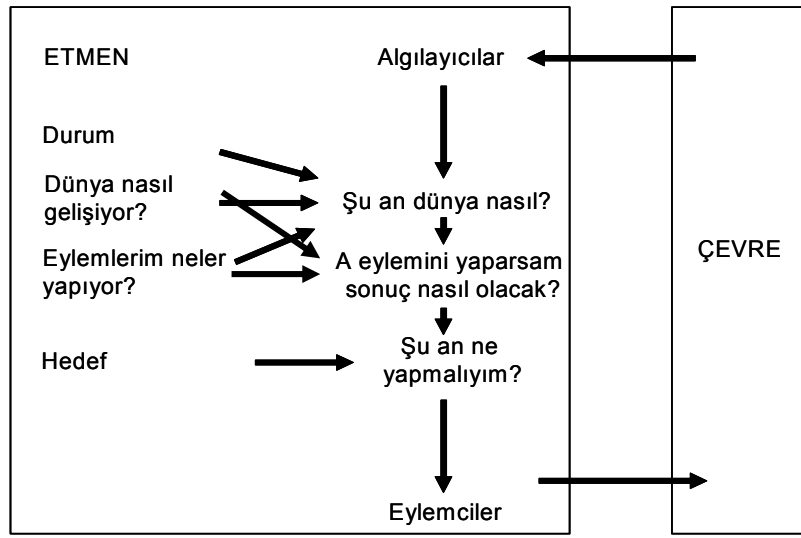
Şekil 4.1 : Basit Tepki Etmeni (simple reflex agent) (Russell ve Norvig, 1995)



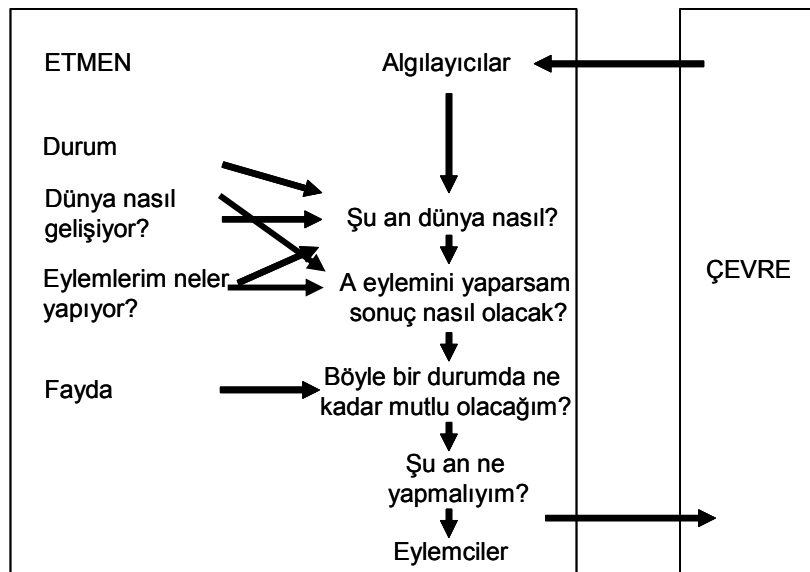
Şekil 4.2 : Tepki Etmeni (Russell ve Norvig, 1995)

Basit tepki etmeni o anki duruma uygun bir kural bulur. Durum - eylem kuralları etmenin algılayıştan eyleme geçişe bağlantıyı yapmasına izin verir. Ancak bu tip etmenlerin uygulanabilme alanları oldukça azdır (Şekil 4.1). Şekil 4.2, tepki etmeni yapısını göstermektedir. Burada etmen, o andaki algı ile eski iç durumunu birleştirip güncel durum bilgisi elde etmektedir. Bunu yaparken dünyanın nasıl geliştiği ve eylemlerinin dünyanın durumuna neler yaptığı konusundaki bilgileri kullanmaktadır.

Hedef-tabanlı etmenler o andaki durumlarıyla ilgili bilgi dışında bir çeşit hedef bilgisine de ihtiyaç duyarlar (Şekil 4.3). Ancak, hedefler yüksek kaliteli davranış için yeterli değildir. Örneğin hedefler mutlu veya mutsuz gibi yüzeysel bilgi verirken etmenin farklı durumları elde ettiğinde ne kadar mutlu veya mutsuz olacağını belirtmemektedir. Fayda, etmenin mutluluk derecesini gösteren bir fonksiyondur. Çatışan hedefler olduğunda hangisinin etmen için daha faydalı olduğuna karar vermede fayda fonksiyonu devreye girmektedir. Ayrıca, etmenin ulaşmak isteyeceği birden çok hedef varsa fayda fonksiyonu hedefler arasında hangilerinin daha önemli olduğunu seçmede ve hangilerine ulaşılma başarısının daha yüksek olduğu konusunda etmene yardımcı olacaktır (Şekil 4.4).

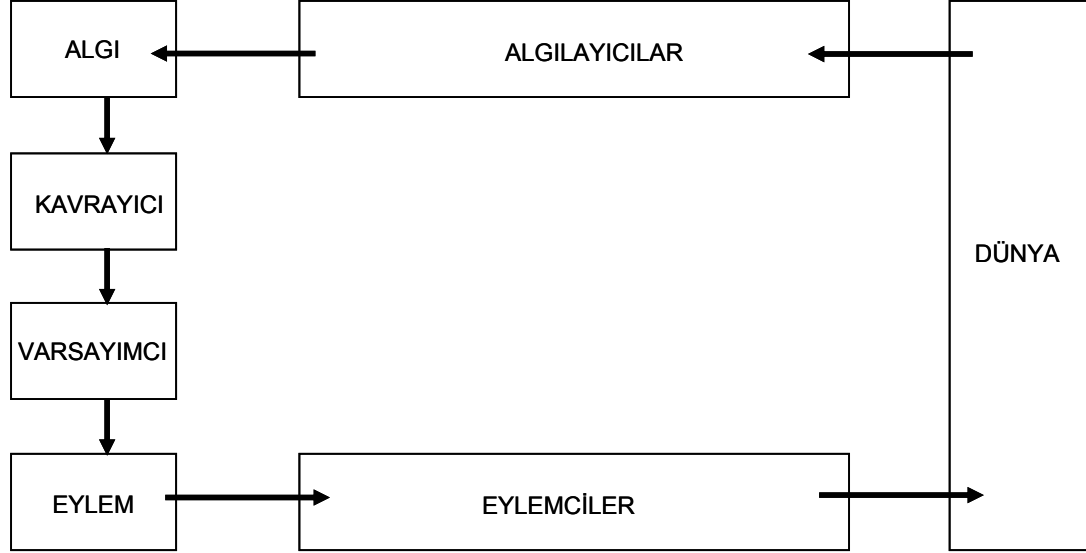


Şekil 4.3 : Hedef-tabanlı Etmen (goal-based agent) (Russell ve Norvig, 1995)

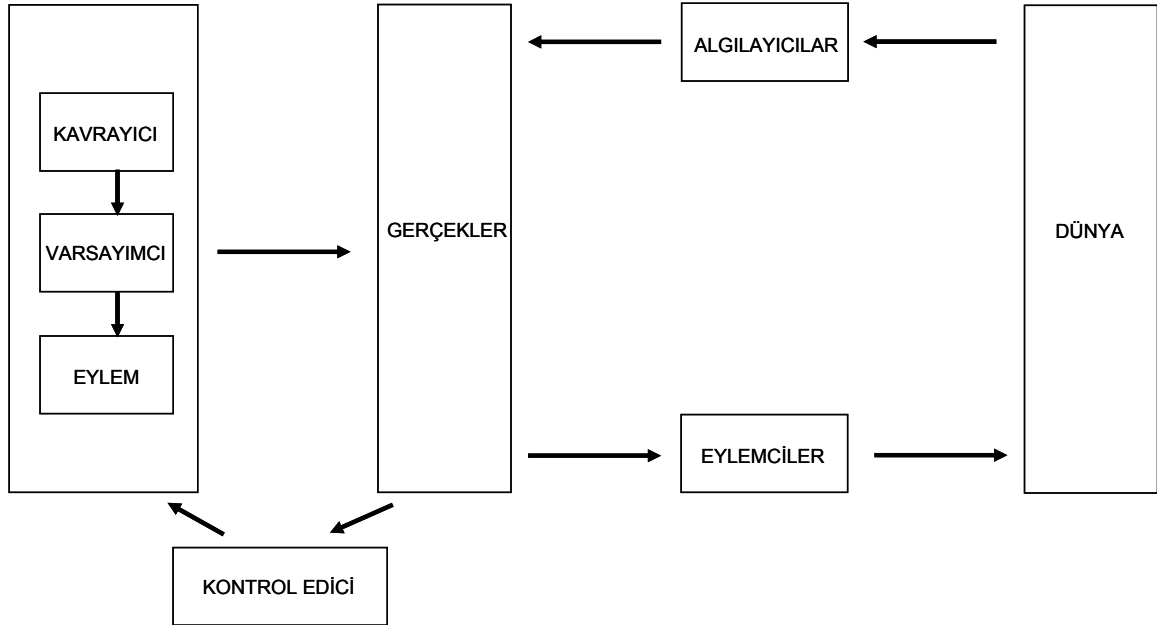


Şekil 4.4 : Fayda-tabanlı Etmen (utility-based agent) (Russell ve Norvig, 1995)

Gero'ya göre bir etmen modelinin şematik olarak ifade edilişi Şekil 4.5'te görülmektedir. Buna göre; etmen içinde bulunduğu dünyayı algılayıcıları ile algılamakta, eylemcileri ile de eylemde bulunmaktadır. Bu iki durum arasındaki işlemleri de kavrayıcıları ve varsayımıcıları yardımı ile gerçekleştirmektedir. Şekil 4.6'da ise üretim sistemi olarak etmenlerin Gero tarafından ifade edilişi görülmektedir.



Şekil 4.5 : Etmen Modeli (www.arch.usyd.edu.au, 2006)



Şekil 4.6 : Üretim Sistemi Olarak Etmenler (www.arch.usyd.edu.au, 2006)

4.2. Etmen Özellikleri

Etmenler ile ilgili olarak üç temel özellikten söz edilebilir. Bunlar;

- Otonom olma,
- Akıllı olma,
- Esnek olma

durumlarıdır (Wooldridge ve Jennings, 1995). Etmenlerin en önemli özelliği otonom (kendi başına) olmalarıdır. Bazı etmenler kendi deneyimlerinden öğrenip bu bilgileri gelecek dönemlerde tekrar kullanabilirler. Bazı durumlarda ise öğrenme yeteneği istenmemektedir. Bütün bu bilgiler doğrultusunda şu sonuca ulaşılabilir: Etmenler, içine yerleştirildikleri çevrede kendilerine daha önceden verilen amaçlara ulaşabilmek için otonom eylemde bulunan bilgisayar sistemleridir. Etmenleri diğer otonom sistemlerden ayıran en büyük özellik “esnek” olmalarıdır. Esneklik kavramı ile bir etmenin diğer etmenler ve insanlar ile iletişime girebilme yeteneği ve çevrelerine karşı sorumlu ve önetkin (proaktif) tutumları anlatılmaktadır. Akıllı bir etmen, içinde bulunduğu ortamlarda esnek ve otonom eylemler gerçekleştirebilme yeteneğine sahip bir bilgisayar sistemidir. Burada bahsedilen esneklik kavramı tepkisel, önetkin ve sosyal olmayı içermektedir.

Farklı özelliklere sahip çevrelerde farklı kararlar alınması gerekir. Etmenlerin de bu durumlara göre hareketlerde bulunup, uygun kararları alabilmesi gerekir. Değişmeyen, sabit bir çevrede önetkinlik yani amaca yönelen uygun davranış önemlidir. Hareketli, dinamik çevrelerde ise etmenlerin değişikliklere ayak uydurabilmesi ve bu değişikliklere tepki verebilen davranışlar göstermeleri önem kazanır.

Wooldridge ve Jennings’e göre etmenler aşağıda belirtilen temel özelliklere sahip yazılım tabanlı bilgisayar sistemleridir (1995):

- | | |
|----------------------------|--|
| Otonomluk (autonomy) | : Etmenler, insanların etkisinde olmadan eylemde bulunabilirler ve kendi hareketleri ve iç durumları ile ilgili bazı kontrollere sahiptirler (Castelfranchi, 1995); |
| Sosyallik (social ability) | : Etmenler diğer etmenlerle ve insanlarla bir etmen iletişim dili kullanarak konuşabilirler (Genesereth ve Ketchpel, 1994); |
| Tepkisellik (reactivity) | : Etmenler çevrelerini (fiziki dünya, grafik kullanıcı arayüzü aracılığıyla kullanıcı, diğer etmenler, Internet veya bunların çeşitli kombinasyonları) algılayıp bu çevrede gelişen değişikliklere tepki verebilirler; |

- Önetkinlik (pro-activeness) : Etmenler sadece çevrelerine tepki vermek için harekete geçmezler. Aynı zamanda, hedeflerine yönelik girişimde bulunacak davranışlar sergilerler;
- Hareketlilik (mobility) : Etmenin elektronik ağ üzerinde hareket edebilme yeteneğidir (White, 1994);
- Dürüstlük (veracity) : Etmenin bilerek ve isteyerek yanlış bilgi vermemesidir (Galliers, 1988);
- İyilikseverlik (benevolence) : Etmenlerin çatışan hedeflerinin olmayacağı varsayılır ve her etmen ondan istenilen görevi yerine getirmeye çalışır (Rosenschein ve Genesereth, 1985). Ancak, ortak çalışılan bir tasarım sistemindeki etmenler için bu özellik uygulanmaz. Etmenlerin uyuşmayan hedeflere sahip olması önemlidir;
- Mantıklılık (rationality) : Bir etmen hedefine ulaşabilmek için eylemde bulunur, hedefine ulaşmasını engelleyecek hareketlerde bulunmaz (Galliers, 1988).

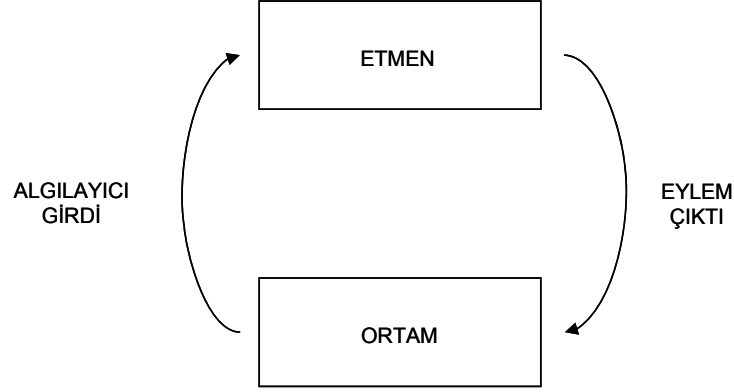
Yukarıda açıklanan özelliklere göre, bu çalışmadaki etmenler hareketli, dürüst, iyiliksever ve mantıklıdır.

Etmenler, bir amaç için bağımsız olarak çalışabilen ve bulundukları sistem ve diğer etmenler ile etkileşime geçebilen programlar olarak tanımlanabilir. Ancak, verilen görevler üzerinde birlikte de çalışabilirler. Etmenler durağan veya hareketli olabilirler. Durağan etmenler sabit bir bilgisayar üzerinde çalışırken, hareketli etmenler bir bilgisayarda çalışmayı durdurup diğerine geçerek burada kaldıkları yerden kodlarını çalıştırmaya devam edebilirler.

Önetkinlik ve otonomluk bir etmenin kendi işlemlerini, hedeflerini ve planlarını oluşturması yeteneği ile ilişkilidir. Her etmen diğer etmenlerden ve maddi dünyadan oluşan kendi ortamına sahiptir. Etmenler bulundukları ortamı gözlerler, kendi durumlarından ve diğer etmenlerin durumlarından yararlanarak sonuçlar üretirler, diğer etmenlerle etkileşimde bulunurlar ve birlikte işlem yaparlar (Brazier ve Wijngaards, 2001). İletişim ortak bir etmen iletişim dili “Agent Communication Language – ACL” yardımı ile olur. Bir etmen ne zaman değişeceğine ve kim tarafından değiştirileceğine kendi başına karar verebilir. Bir etmenin işlerliği tasarımcısının ya da kullanıcılarının beklentilerinin ötesinde gelişebilir. Böylece etmen, daha önceden yapılmamış eserler ortaya çıkartabilir.

4.3. Etmen Ortamı

Her etmen, diğer etmenlerden ve maddi dünyadan oluşan bir ortama (environment) sahiptir. Maddi dünya ile gözlem ve/veya eylem amaçlı etkileşime geçebilirler. Etmen içinde bulunduğu ortamdan veriyi alır ve içinde bulunduğu ortamı etkileyen bir çıktıda bulunur. Bu etkileşim genellikle devamlıdır ve bitmez (Şekil 4.7). Etmen içinde bulunduğu ortam üzerinde tam etkiye sahip değildir, genellikle kısmi kontrole sahiptir yani ortamı etkileyebilir (Wooldridge, 2002).



Şekil 4.7 : Etmen ve Etmen Ortamı (Wooldridge, 2002)

Normalde, bir etmen eylemler repertuarına sahiptir. Bu olası eylemler kümesi etmenlerin etkili kapasitesini temsil etmektedir. Bu kapasite, etmenlerin ortamlarına değişiklikler uygulayabilme yeteneğidir. Ancak, tüm eylemler her durumda gerçekleştirilemez. Eylemler hangi durumlara uygulanabileceklerini tanımlayan önşartlara sahiptirler (Wooldridge, 2002).

Russell ve Norvig'e göre ortam çeşitleri (Russell ve Norvig, 1995):

- Ulaşılabilir – Ulaşılamaz (accessible – inaccessible): Ulaşılabilir bir ortam, etmenin ortamın durumu ile ilgili olarak tam, doğru ve güncel bilgiyi elde edebilmesidir. Gerçek dünya ortamlarının büyük kısmı (örneğin Internet) bu anlamda ulaşılabilir değildir.
- Deterministik – Deterministik olmayan (deterministic – non-deterministic): Deterministik ortamda her eylemin tek garantili etkisi vardır. Bir eylemin gerçekleştirilmesinden ortaya çıkacak durumla ilgili belirsizlik yoktur.
- Durağan – Hareketli (static – dynamic): Durağan ortamın, etmenin eylemlerini gerçekleştirmesi dışında değişmeden kalacağı varsayılır. Hareketli ortam ise içinde diğer işlemlerin de yürüdüğü bir ortamdır ve etmenin kontrolü dışında değişiklikler gerçekleşebilir. Fiziksel dünya ve Internet çok hareketli ortamlara örnektir.

- Ayrık – devamlı (discrete – continuous): Eğer belirli, sabit sayıda eylem varsa ve bu eylemleri algılayabiliyorsa ortam ayrıktır.

4.4. Etmen Türleri

Bu konu başlığında etmen türleri incelenmiştir. Yapılan literatür çalışmaları sonucunda seçilen sekiz çeşit etmen açıklanmıştır. Bu etmen türleri sırasıyla arayüz etmenleri, bilgi etmenleri, hareketli etmenler, kuralcı etmenler, inanılır etmenler, uyarlanabilen etmenler, kendini değiştirebilen etmenler ve tepkisel etmenlerdir.

4.4.1. Arayüz Etmenleri

Arayüz etmenleri (interface agents), belirli bir uygulamayla uğraşan kullanıcıya yardımcı olabilmek adına yapay zeka teknikleri kullanan bilgisayar programlarıdır (Wooldridge ve Jennings, 1995). Birçok arayüz etmen prototip uygulamaları bulunmaktadır. Örneğin, NEWT sistemi bir USENET haber filtresidir. NEWT etmeni kullanıcıların hangi haber yazılarını okumak isteyip istemedikleri konusunda eğitim almıştır. Etmen, kullanıcıya önerilerde bulunur ve önerileri hakkında geribildirim alır. NEWT etmenleri, kullanıcının sürekli ilgisinin bulunduğu konulara göre haber yazılarını seçer (Wooldridge ve Jennings, 1995).

4.4.2. Bilgi Etmenleri

Bilgi etmenleri (information agents) en az bir, ancak potansiyel olarak birçok bilgi kaynağına erişebilen bir etmen çeşididir (Wooldridge ve Jennings, 1995). Bilgi etmenleri, kullanıcı ve diğer bilgi etmenleri tarafından oluşturulan sorguları cevaplayabilmek için bu kaynaklardan elde edilen bilgileri karşılaştırma ve işleme yeteneğine sahiptir. Bilgi kaynakları geleneksel veritabanları veya diğer bilgi etmenleri gibi çeşitli tiplerde olabilir. Bir sorguya çözüm bulmak için etmenin bir ağ üzerinden bilgi kaynaklarına bağlanması gerekebilir. Etmenin araştırma yapması ve FTP sitelerindeki detaylı bir araştırmadan sonra araştırmacının adının ve iletişim bilgilerinin de bulunduğu uygun bir teknik rapor ile dönmesi istenmektedir (Wooldridge ve Jennings, 1995).

4.4.3. Hareketli Etmenler

Hareketli etmenler (mobile agents) bir bilgisayar ağı üzerinden kendilerini gönderebilen ve uzaktan işleme yeniden başlayabilen etmenlerdir (Wooldridge, 2002). Hareketli etmenleri oluştururken düşünülmesi gereken sıralama (serialization), barındırma (hosting), uzaktan işletim (remote execution), güvenlik (security) gibi çeşitli teknik konular vardır.

Telescript 1990'ların başında General Magic, Inc. tarafından geliştirilmiş, çok etmenli sistemleri oluşturmada kullanılan dil-tabanlı bir ortamdır (Wooldridge, 2002). Telescript etmenleri bir mekandan diğerine bir ağ üzerinden gidebilmektedirler. Bu ağ üzerinden geçişleri sırasında her etmen seyahatinin parametrelerini belirten bir bilet kullanır. Bu parametreler etmenin ulaşmak istediği hedef nokta ve seyahatin tamamlanacağı süredir. Telescript etmenleri çeşitli şekillerde birbirleri ile iletişimde bulunurlar: Eğer farklı mekanlardalarsa bir ağ üzerinden birbirlerine bağlanabilirler, eğer aynı mekandalarsa doğrudan buluşurlar. Telescript öncü bir dil olsa da zaman içinde Java onun yerini almıştır. 1990'ların sonlarına doğru birçok Java-tabanlı hareketli etmen sistemleri ortaya çıkmıştır. Danny Lange'in Aglets sistemi en iyi bilinen Java-tabanlı hareketli etmen platformudur (Wooldridge, 2002).

4.4.4. Kuralcı (Normatif) Etmenler

Kuralcı etmenler (normative agents), davranışları kendi zorunlulukları, yasaklamaları, sosyal bağlılıkları ve sosyal kodları ile biçimlenen etmenlerdir (d'Inverno ve Luck, 2004). Bir etmenin kuralcı etmen olabilmesi için kurallar kümesinin boş olmaması gerekmektedir. Kuralcı çok etmenli bir sistem, bir grup kuralcı etmen ve bu etmenler için uygulanacak kurallar kümesi içerir. Bu etmenler kurallar ile uğraşmaktadırlar çünkü kuralları temsil edebilirler, kabul edebilirler ve kurallara itaat edebilirler. Otonom etmenler için kararları kabul etmek ve onlara itaat etmek kendi hedeflerine ve motivasyonlarına dayanmaktadır. Bu nedenle, otonom etmenler sadece kurallara göre hareket etmezler, ayrıca onlar hakkında mantık da yürütürler (d'Inverno ve Luck, 2004).

4.4.5. İnanılır Etmenler

İnanılır etmenler (believable agents), izleyicinin inançsızlığını durduran, hayatın illüzyonunu sağlayan etmenlerdir. Bu etmenlerde en önemli nokta duygudur (emotion). Bilgisayar oyununda veya bir canlandırma filminde temsil edilen basit, özelliksiz karakterler olmamalıdır. Bu etmenler duyguya sahip olduklarını göstermelidir; insan davranışı anlayışı ile uyuşan eylem ve tepkilerde bulunmaları gerekmektedir (Wooldridge ve Jennings, 1995).

4.4.6. Uyarlanabilen Etmenler

Uyarlanabilen etmenler (adaptive agents), dinamik yapılardır; yeniden tasarlanmak için tasarlanmışlardır (Brazier ve Wijngaards, 2002). Otonom oldukları için içinde bulundukları ortama uyum sağlayabilmek adına kararlar alabilirler. Bu anlamda yazılım etmenleri otonom dinamik yapılar olarak tasarlanabilirler. İşlevsellikleri kendi

hayat döngüleri süresince gelişir. Tasarımcılarının ve kullanıcılarının beklentileri dışında yeni ve farklı yapılar olarak gelişebilirler (Brazier ve Wijngaards, 2002).

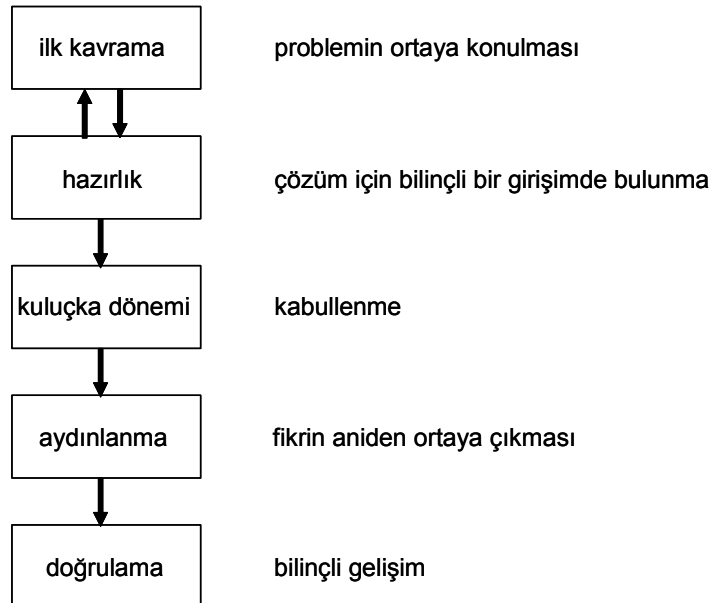
Etmenler çevrelerine uyarlanabilecek biçimde tasarlanabilirler. Böylece, çevrelerinde gerçekleşen değişikliklere göre davranış değişikliği gösterebilirler. Örnek olarak akıllı binalardaki ısıtma ve aydınlatma sistemleri verilebilir. Mekanların kullanım yoğunluğuna göre bu sistemler çalışma düzeylerini kendileri ayarlarlar. Müşterilerin davranışlarını tahmin edebilen asansörler de mevcuttur. Uçaklardaki otomatik pilotlar ve uzay mekiklerinin bağımsız sistemleri de da bu tip etmenlere örnek olarak gösterilebilir (Brazier ve Wijngaards, 2002).

4.4.7. Kendini Değiştirebilen Etmenler

Bir etmen için uyarılmanın en uç noktası kendi iç düzenini değiştirmesidir. Bu tip etmenlere kendini değiştirebilen veya geliştirebilen etmenler (self-modifying agents) denilir (Brazier ve Wijngaards, 2001). Etmen bir problem karşısında us yürütüp problemi çözmek için kendini değiştirir.

Bir etmenin kendini değiştirmesini gerektiren durumlar ortaya çıkabilir. Etmen farklı bir plana veya hedefe yönelebilir, yeni bilgiler öğrenebilir. Bir başka durum ise, kendisine yardımcı olacak yeni etmenler üretmesidir. Örneğin Internet etmenleri, bilgi toplamada kendilerine yardımcı olacak yeni etmenler oluşturabilirler (Brazier ve Wijngaards, 2001).

Şekil 4.8'de gösterildiği gibi kendini değiştirebilme işlemi beş aşamadan oluşur (Lawson,1997):



Şekil 4.8 : Lawson'ın Beş Aşamalı Yaratıcı Süreç Modeli (1997)

Brazier ve Wijngaards (2001), kendini değiştirebilen etmenler için bazı varsayımlar ve gereksinimler tanımlamışlardır.

Varsayımlar:

- Bir etmen karmaşık bir yapıya sahiptir.
- Bir etmene kendini geliştirebilme yeteneği verilebilir.
- Bir etmenin yeniden kullanılabilir parçaları tanımlanabilir.
- Bir etmenin yeniden kullanılabilir parçaları birleştirilebilir.
- Kendini geliştirme işlemi aslında yeniden tasarlama işlemidir.
- Bilgi, etmenin bir görevi yerine getirirken iyi işlemediğini saptamasına yardımcı olabilir.
- Bilgi, etmenin kendisini yeniden tasarlamasına sebep olabilir.
- Dil, bir etmenin kendisini değiştirme işleminde gerekenleri ifade etmesinde yardımcı olabilir.
- Dil, bir etmenin kendisini değiştirme işleminde işlem hedeflerini ifade etmesinde yardımcı olabilir.

Gereksinimler:

- Kendini değiştirebilme, etmenin belirli görevleri ile sınırlı değildir. Bütün i işlemlerinde de uygulanabilir.
- Kendini değiştirebilen etmenin kendi davranışlarını izleyebilmesi gerekir. Böylece davranışının ne zaman uygun olmadığına karar verebilir.
- Kendini değiştirebilen etmenin bir problemin oluşma sebebini ve onu çözmek için gereken davranış açıklayabilmesi gerekir.
- Kendini değiştirebilen etmen, değişikliği nasıl yapacağını bilir.

4.4.8. Tepkisel Etmenler

Bazı etmen-tabanlı benzetimler, birkaç basit kuralı takip eden tepkisel etmen (reactive agent) modelleri kullanılarak oluşturulmuştur. Modeller, acil bir durumda yapının boşaltılması sırasında aşırı kalabalıklık gibi, belirli davranışların analizinde kullanılmaktadır. Tepkisel etmenler, bireyler tarafından kısıtlı bir zaman diliminde ani karar verilmesi gereken ve bireylerin kalabalığı takip ettiği acil durumlardaki davranışlarının benzetimini gerçekleştirmek için uygundur. Stadyumlar, havaalanları ve tren istasyonları gibi kalabalık insan topluluklarının bir arada bulunduğu mekanlar

bu durumlara örnek olarak verilebilir. Ancak bu etmen tipi bireysel davranışların benzetimi için uygun değildir. Çünkü tren istasyonu, müze, galeri gibi yapılarda bireyler araştırarak deneyimleri ile mekanı öğrenirler (Saunders ve Gero, 2004).

4.5. Çok Etmenli Sistemler

Çok etmenli sistemler (multi-agent systems) bir veya daha fazla etmenin bir araya gelmesi ile oluşurlar. Çok etmenli bir sistemde en az bir otonom etmen bulunmalıdır ve etmenler arasında etkileşim olmalıdır. Bu etkileşim bir etmenin diğer bir etmenin hedeflerine yardımcı olması sonucunda gerçekleşmelidir (d’Inverno ve Luck, 2004).

Çok etmenli sistemler, modüler oldukları için yapım ve devamlılık konusunda avantajlara sahiptir. Her etmen farklı bakış açısına sahip olduğu için tasarım eylemine katkıda bulunup tasarım kararları arasından kötü etkileyecek olan fikirleri ortadan kaldırabilir.

Çok etmenli sistemlerde birden fazla etmen olduğu ve bu etmenler birbirleriyle etkileşime geçtikleri için birbirleri arasındaki iletişim, koordinasyon ve etmenlerde deneyim ve öğrenme konuları önem kazanmaktadır. Bu bölümde etmenlerde iletişim, koordinasyon, etkileşim, deneyim ve öğrenme konuları incelenmiştir. Çalışmanın şu andaki aşamasında etmenlerin birbirlerinden haberleri vardır ancak iletişime geçmemektedirler. Bu nedenle geliştirilen modelde iletişim, koordinasyon ve öğrenme konuları kapsam dışı bırakılmıştır. Geleceğe yönelik çalışmaya fikir vermesi açısından konuyla ilgili araştırma yapılmış ancak detaya girilmemiştir.

4.5.1. Etmenlerde İletişim

Etmen teknolojisi ilerledikçe etmen-tabanlı sistemlerin tasarımı ve üretimi için çeşitli yazılımlar ortaya çıkmaktadır. Etmen dilleri de bu etmenlerin programlanması ve gerçekleştirilmesi için kullanılan yazılım sistemleridir (Wooldridge ve Jennings, 1995). Günümüzde birçok etmen iletişim dili geliştirilmeye devam edilmektedir. Bu bölümde, ilk geliştirilen diller temel özellikleri ile ifade edilmiştir.

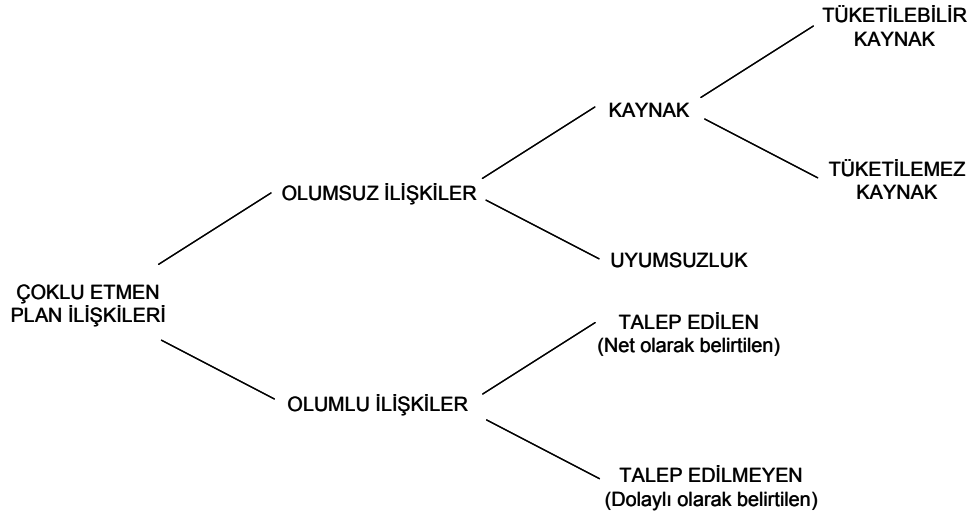
1990’lı yılların başında “Knowledge Sharing Effort” (KSE) kurulmuştur ve otonom bilgi sistemleri arasında bilgi alışverişini sağlamak için çalışmalar yapılmıştır (Wooldridge, 2002). KSE iki temel sonuç ortaya çıkartmıştır: “Knowledge Query and Manipulation Language” (KQML) ve “Knowledge Interchange Format” (KIF). KQML etmen iletişimi için kullanılan bir dildir. KQML etmen iletişimi için geliştirilen mesaj-tabanlı bir dil olarak tanımlanabilir. Mesajlar aracılığıyla etmenler birbirleri ile iletişime geçebilmektedirler ancak KQML mesajların içeriği ile ilgilenmemektedir. KIF ise özellikle bilginin temsili ile ilgilenmektedir. Temelde KQML mesajlarının içeriklerini oluşturmak için geliştirilmiştir. KIF ile etmenler çevrelerindeki nesnelerin

özelliklerini, bu nesneler arasındaki ilişkileri ve içinde bulundukları ortamın genel özelliklerini ifade edebilmektedirler (Wooldridge, 2002).

1995'te "Foundation for Intelligent Physical Agents" (FIPA) etmen sistemleri için standartlar geliştirmeye başlamıştır. Bunların en önemlisi 1999 yılında geliştirilen ACL'dir (Agent Communication Language). ACL yüzeysel olarak bakılırsa KQML'e benzemektedir. ACL de KQML gibi mesajlar aracılığıyla etmenlerin iletişim kurmasını sağlamaktadır ve yine KQML gibi mesajların içeriği ile ilgilenmemektedir. Ancak iki dil arasındaki en önemli fark sağladıkları görevlerin (performatives) çeşitliliği ile ilgilidir (Wooldridge, 2002).

4.5.2. Koordinasyon

Ortak çalışmadaki önemli nokta koordinasyondur. Etmenlerin eylemleri ile ilgili iç bağlantıların düzenlenmesi için koordinasyon mekanizmasına ihtiyaç vardır (Wooldridge, 2002). von Martial koordinasyon ilişkileri için bir tipoloji önermiştir (Şekil 4.9). Buna göre eylemler arasındaki ilişkiler olumlu veya olumsuz olabilir. Olumlu ilişkiler, iki nesne arasında çıkar elde edilebilen ilişkilerdir. Bu tip ilişkiler talep edilen ilişkiler veya talep edilmeyen ilişkiler olabilir (von Martial, 1990).



Şekil 4.9 : von Martial'ın Koordinasyon İlişkileri Tipolojisi (Wooldridge, 2002)

Çok etmenli sistemlerdeki koordinasyonun, sistemin çalıştırılması sırasında gerçekleştiği kabul edilir. Bu nedenle etmenlerin bu ilişkileri tanıyabilmesi ve gerektiğinde eylemlerinin bir parçası halinde idare etmeleri gerekmektedir (von Martial, 1992).

Eylemlerin koordinasyonu için geliştirilen bazı temel yaklaşımlar Wooldridge tarafından şu şekilde belirtilmiştir (2002):

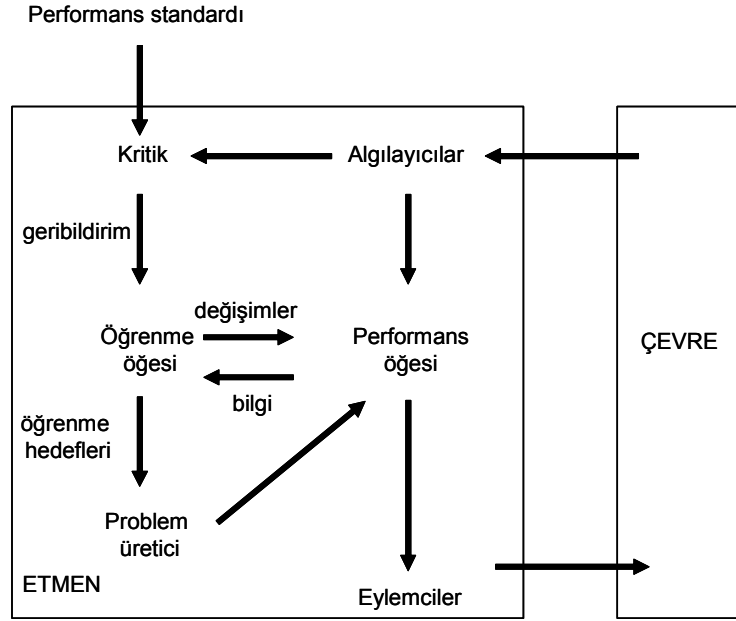
- “Partial global” planlama ile koordinasyon (Durfee ve Lesser, 1987; Durfee, 1988, 1996);
- Ortak amaç ile koordinasyon (Levesque ve diğ., 1990; Jennings, 1995; Jennings ve diğ., 1996);
- Karşılıklı örnekleme ile koordinasyon (Genesereth ve diğ., 1986; Gasser ve diğ., 1987a, 1987b);
- Kurallar ve sosyal kanunlar ile koordinasyon (Lewis, 1969; Conte ve Castelfranchi, 1993; Walker ve Wooldridge, 1995).

4.5.3. Etmenlerde Etkileşim, Deneyim ve Öğrenme

Konuya bireysel ve sosyal öğrenme açılarından yaklaşılsa ortak değerler üreten topluluklar çevrelerine daha kolay uyum sağlarlar. Bu toplulukların üyeleri değişen çevreler ile daha rahat başa çıkabilirler. Oysa bireylerin kendi başlarına öğrenmek zorunda kaldığı topluluklar daha çok zorlanmaktadır. Taklit edebilme yeteneğine sahip topluluklar ise bu tür değişimlere daha rahat adapte olabilmektedir (Sosa ve Gero, 2002). Aynı derecede öğrenme ve taklit edebilme yeteneğine sahip bireylerin bulunduğu bir topluluk düşünülürse, böyle bir sosyal modelde, her adımda bireyin hareketleri en azından dört öge tarafından biçimlendirilecektir. Bu dört öge bireyin içsel durumu, bitişik komşuların durumları, çevre durumu ve birbirleriyle ilişki kuranlar için etkileşim kanalları’dır. Bu öğeler birbirleri ile etkileşim halindedir. Her adımda bu dört öge durumu şekillendirmektedir. Bu nedenlerden dolayı, aynı yeteneklere sahip iki birey farklı davranışlar gerçekleştirebilirler (Sosa ve Gero, 2002). Etmenlerdeki öğrenme açısından yaklaşıldığında ise, öğrenme yeteneği etmenin gelecekteki davranışlarını da geliştirmektedir. Öğrenme, etmenin dünya ile etkileşimi sonucunda ve kendisine ait karar verme süreçlerini incelemesi ile oluşur. Russell ve Norvig’e göre öğrenen bir etmen dört temel kavramsal parçaya sahiptir. Bunlar; öğrenilen öge, performans ögesi, kritik ve problem üreticidir (Russell ve Norvig, 1995).

Öğrenme ögesi gelişimden sorumludur ve performans ögesinin değişmesini sağlar, performans ögesi ise dışsal eylemleri seçer. Performans ögesi etmenin tamamıdır: algılayıp yapılacak olan eyleme karar verir. Öğrenme ögesi, etmenin neler yaptığına dair bir geribildirim alır ve performans ögesinin gelecekte daha iyi çalışması için nasıl değiştirilmesi gerektiğine karar verir. Öğrenme ögesinin tasarımı performans ögesinin tasarımına büyük ölçüde bağlıdır. Kritik, etmenin neler yaptığını öğrenme ögesine iletmek için tasarlanmıştır. Son parça ise problem üreticidir. Bilgilendirici ve

yeni deneyimlere yönlendirecek eylemler önermekle sorumludur. Performans ögesi kendi başına bırakılırsa sürekli en iyi bildiği şeyi yapmaya devam edecektir. Ama araştırma yapma isteği olursa ve deneyler yaparsa ilerleyen zamanda daha iyi eylemler keşfedebilir. Problem üreticisinin görevi de bu deneysel ve araştırmacı eylemleri önermektir (Şekil 4.10). Özetle, sahip olunan geribildirim ve bilgi, performans ögesinin yapısı, öğrenme eylemini etkilemektedir (Russell ve Norvig, 1995).



Şekil 4.10 : Öğrenen Etmen Modeli (Russell ve Norvig, 1995)

Russell ve Norvig'e göre önceden sahip olunan bilginin yardımıyla öğrenme çeşitleri şu şekilde kısaca tanımlanabilir (1995):

- Açıklama-tabanlı öğrenme (explanation-based learning - EBL): Örneklerin açıklanması ve açıklamaların genellenmesi ile basit örneklerden genel kuralları çıkartmadır. Önceki bilgileri kullanışlı ve özel amaçlı uzmanlığa dönüştürürken tümdengelimli bir yöntem sağlar.
- İlişki-tabanlı öğrenme (relevance-based learning – RBL): Tanımlamalar şeklindeki eski bilgileri kullanarak ilgili özellikleri belirlemedir. RBL tekil örneklerden tümdengelimli genellemelere imkan verir.
- Bilgi-tabanlı tümevarımsal öğrenme (knowledge-based inductive learning – KBIL): Geçmişteki bilgilerin yardımı ile gözlemleri açıklayan tümevarımsal hipotezlerin bulunmasıdır. KBIL algoritmaları genellikle ILP (inductive logic programming) sistemlerinde kullanılmaktadır.

Etmenler öğrenirken etmenlerin içinde bulundukları ortam da değişir. Günümüzde etmenlere öğrenme yeteneğinin eklenmesi ile ilgili çalışmalar (Sen, 1996; Zeng ve

Sycara, 1997) artarak yürütölmektedir (Sycara, 1998). Zeng ve Sycara'nın yaptıkları çeşitli çalışmalar sonucunda elde edilen veriler şöyledir: Eğer etmenlerin tamamı öğrenirlerse, ortak sistem optimuma yakın verimlilik sağlamaktadır ve etmenlerin bireysel verimlilikleri birbirlerine benzerdir. Eğer hiçbir etmen öğrenmezse, etmenlerin bireysel verimlilikleri birbirlerine yakın ancak ortak sistemin verimliliği hepsinin öğrenmesi duruma göre çok daha düşüktür. Eğer etmenlerden sadece biri öğrenirse, etmenin bireysel verimliliği artmaktadır ancak diğer etmenlerin bireysel verimliliği ve ortak sistemin verimliliği düşmektedir. Bu nedenle, tek bir etmenin öğrenmesi tüm sistem üzerinde zararlı bir etki oluşturmaktadır (Zeng ve Sycara, 1998; 1997).

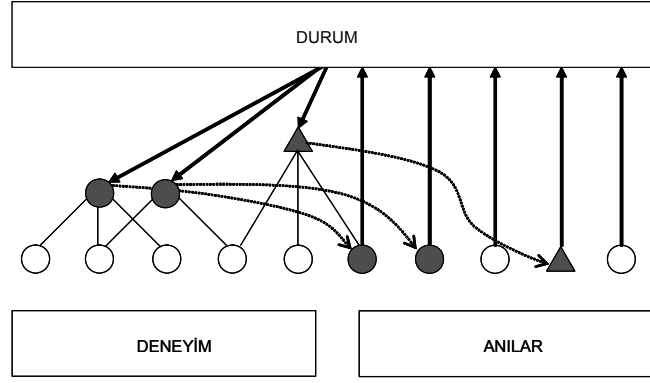
4.5.4. Yapısal Bellek Sistemi

Bulunulan dış çevrenin etkileri, tasarım etmeninin iç yapısı, çevre ve etmen arasındaki etkileşim tasarım etmeninin bir tasarım görevini yerine getirirken göz önüne alınmalıdır. Bu noktada yapısal bellek kavramı önem kazanmaktadır.

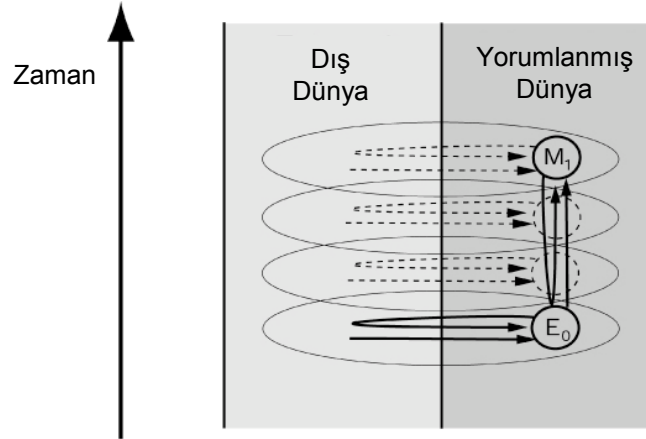
Bellek yapılandırması, tasarım etmeninin bulunduğu tasarım çevresindeki geçmiş deneyimleri ve bilgileri her kullanışında ortaya çıkar. Yapılandırılmış bellek sistemi içerisinde tasarım deneyiminin hafızaya kaydedilmesi, belleğin çevre ile etkileşimini etkiler. Bulunulan tasarım çevresi ile ilgili herhangi bir bilgi, etmenin iç yapısı ve etmenin çevre ile etkileşimi, yapılandırma aşamasında ipucu olarak kullanılır (Liew ve Gero, 2003).

Bellek yapılandırma işlemi, sistemin en son elde ettiği deneyimden itibaren öğrenilen bilgiler ve bu deneyimlerden oluşturduğu bellek ile ilgilidir. Etmenin bilgisi, çevreden ne elde ettiğini ve elde edilen bilginin nasıl yapılandırıldığını içerir. Bu bilgi, deneyimler ve bellek, tasarımın bir bölümünü oluşturur ve yapılandırılan bellek çeşitlerini etkiler (Liew ve Gero, 2003).

Belleğin kullanımı arttıkça temeli güçlenir ve bu deneyimi temsil eden bellek katmanı daha sağlam ve sürekli olur. Süreklilikteki bu farklılık bellek sisteminin işleme düzeylerini etkiler. Yüksek düzeyli bir anı, bir sonraki bellek yapılandırma işleminde kullanılacaktır. Bu etki sistemdeki uzun süreli öğrenme eylemini şekillendirir (Şekil 4.11 ve Şekil 4.12).



Şekil 4.11 : Yapısal Bellek (www.arch.usyd.edu.au, 2006)



Şekil 4.12 : Yapısal Bellek ve Uzun Süreli Öğrenme (www.arch.usyd.edu.au, 2006)

Öğrenmenin bir diğer şekli doğada yapılandırmadır. Bu öğrenme şeklinde, yeni bilgiler bellek sistemine eklenir. Ekleme iki şekilde gerçekleşebilir: analogi, kombinasyon, mutasyon gibi tasarımda us yürütme süreçleri aracılığı ile yeni bilgiler eklenebilir, veya parametrelerin yeni bilgilere göre tekrar tanımlanması ve genişletilmesi gibi yeniden formüle edilme işlemleri ile yeni bilgiler eklenebilir (Rosenman ve Gero, 1993). İkinci durumda, bellek sistemi kendisini yeni anılar üretmek için tekrar biçimlendirir.

Geçmiş deneyime dair anı bir defa oluşturulduktan sonra ve bulunulan tasarım ortamına uygun olarak hizmet ettikten sonra, yeni oluşturulan anı, bellek katmanlarına yerleştirilir ve bellek sistemine geçirilir.

Bellek sisteminin davranışı üç duruma bağlıdır (Liew ve Gero, 2003):

- Bulunulan dış çevre,
- Tasarım etmeninin içinde bulunduğu içsel durum,
- Etmen ve dış çevre arasındaki etkileşim.

Bu durumlar, tasarım etmeninin görevini yerine getirirken bellek yapılandırma işlemi boyunca geçmiş deneyimlerini ne zaman kullanırsa kullansın etkilidir. Bu nedenle, bellek sisteminin davranışı önceden tanımlanamaz ve sistemin gerçekleştirdiği operasyonlar tasarımın durumuna bağlıdır.

Günümüzde etmen-tabanlı sistemlerin tasarımında bellek sistemi ve öğrenme yeteneği önem kazanmıştır. Etmenin tasarlanırken sahip olduğu ilk bilgi (prior knowledge), diğer etmenlerle ve dış dünya ile etkileşimi sonucunda zaman içinde kazandığı deneyimler yapısal bellek sistemine ve uzun süreli öğrenme yeteneğine yardımcı olarak günümüzdeki etmen sistemlerin gelişmesini sağlamaktadır.

4.6. Nesneye Dayalı Modelleme ve Tasarım Kavramları

Tez kapsamında geliştirilen bilgisayar modeli, MallSim, etmen tabanlı bir sistemdir. Bilgisayar modelinin oluşturulması aşamasında nesneye dayalı modelleme ve UML alanlarındaki bilgilerden faydalanılmıştır. Bilgisayar modeli geliştirilirken öncelikle programdaki aktörler belirlenmiş, sınıflar ve sınıflar arası ilişkiler oluşturulduktan sonra programdaki aktörlere ait kullanım senaryoları hazırlanmıştır. Bu nedenlerden dolayı, geliştirilen bilgisayar modelinin altyapısı 6. bölümde detaylı bir şekilde açıklanmadan önce okuyucuya bilgi vermek amacıyla bu bölümde nesneye dayalı modelleme kavramları kısaca açıklanmıştır.

Nesneye dayalı (object-oriented) bir sistem, birden çok nesnenin birbirleri ile etkileşim halinde olması ile oluşturulur. İnsanların çevresi insanlar, ağaçlar, arabalar, şehirler ve evler gibi birbirleri ile ilişkili olan nesnelerden oluşmaktadır. Nesne modelinde ne temsil edilmek isteniyorsa nesne modeli ona dayanmaktadır. Mesela, vergi, hükümet ve politika da başka bir nesne modelinin nesneleri olabilir (Jacobson ve diğ., 1992).

İnsanlar çevrelerini nesneler yardımı ile tanımlamaktadırlar. Bu nedenle bir bilgisayar modeli oluştururken de aynı şekilde düşünmek gerekir. Nesneye dayalı teknolojiyi kullanarak geliştirilen bir model, kişiler tarafından anlaşılması kolay ve gerçeklik ile doğrudan ilişkili olacaktır (Jacobson ve diğ., 1992).

Nesneye dayalı sistemlerin en önemli özelliği, sistemin parçaları bir defa oluşturulduktan sonra defalarca kullanılabilmesidir. UML (Unified Modeling Language); kullanım senaryosu diyagramı (use case diagram), ardışıklık diyagramı (sequence diagram), ortaklık diyagramı (collaboration diagram), sınıf diyagramı (class diagram), durum geçiş diyagramı (state transition diagram), bileşen diyagramı (component diagram) ve yayılma diyagramı (deployment diagram) gibi çeşitli tiplerde görsel diyagramlar geliştirmeye imkan verir. Bu diyagramlar sistemin farklı

özelliklerini temsil etmektedir. Her diyagramın bir amacı ve hedef kitlesi vardır (Boggs ve Boggs, 1999).

4.6.1. Nesne Tanımı

Nesne (object), bir durumu kaydeden (bilgi - information) ve bu durumu incelemek veya etkilemek için çeşitli işlemler (davranış - behavior) önerebilen oluşumdur. Bir nesne, çeşitli işlemleri ve bu işlemlerin etkilerine ait durumları hatırlama özelliklerine sahiptir (Jacobson ve diğ., 1992).

Nesneye dayalı bir model, birçok nesneden oluşur ve bunlar modellenen sistemin sınırlanmış parçalarıdır. Nesneler genellikle gerçek hayattaki varlıklara karşılık gelmektedir. Her nesne kendisine ait bilgi içerir. Her nesneye, karşılık gelmesi istenilen varlık ile ilişkilendirebilmek için davranış ve bilgi eklenir. Kaydedilen bilgiye erişebilmek ve bilgiyi etkileyebilmek için her nesneye işlemler grubu tanımlanır (Jacobson ve diğ., 1992).

Modele ait nesneler birbirleri ile ilişki halindedir. Örneğin, birbirlerini tanıyan insanlardan oluşan bir model oluşturmak istenilirse bu ilişkiler iki şekilde oluşturulabilir. İlk olarak, durağan ilişkiler tanımlanabilir. Birbirlerini isimleri ile tanıma durumunda kişiler birbirlerini uzun bir süreden beri tanımaktadırlar ve bu demektir ki kişiler birbirlerinin var olduklarını bilmektedirler. İkinci olarak, hareketli ilişkiler tanımlanabilir. Bu durumda, kişiler birbirleri ile iletişim kurmaktadır. Nesneler başka nesnelerden oluşabilirler. İnsanlar üzerinden örnek verilirse, insan nesnesi baş, kollar, bacaklar ve vücut gibi diğer nesnelerden oluşmaktadır.

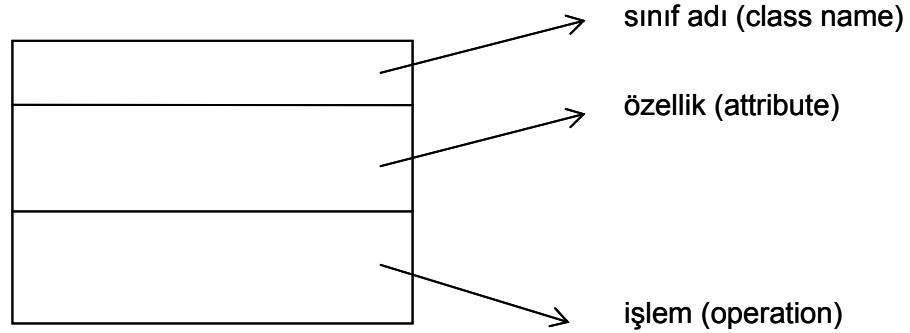
4.6.2. Sınıf Tanımı

Modellenen sistemde çok sayıda birbirleri ile iletişim halinde olan nesneler yer almaktadır. Bu nesnelerin bir kısmı ortak özelliklere sahiptir ve bu nesneler ortak özelliklerine göre gruplanabilirler. Benzer davranış ve bilgi yapısına sahip nesneleri tanımlarken, bu nesneleri temsil eden bir sınıf (class) oluşturulabilir. Bir sınıf çeşitli nesneler için bir şablon oluşturur ve bu nesnelerin yapısal durumlarını tanımlar. Aynı sınıfa ait nesneler işlemleri ve bilgi yapıları için aynı tanımlamalara sahiptir.

Sınıf diyagramındaki her sınıf üçe bölünmüş bir dikdörtgen ile temsil edilir (Şekil 4.13). İlk bölüm sınıf adını (class name) gösterir. İkinci bölüm, sınıfa ait özellikleri içerir. Özellik (attribute) sınıf ile ilişkili bilgilerdir. Örneğin, şirket sınıfının özellikleri şirket adı, adresi ve şirkette çalışanların sayısı olabilir. Bir sınıfta çok fazla özellik bulunmamalıdır. Eğer çok fazla özellik varsa bu sınıfın daha küçük birkaç sınıfa bölünmesi uygun olabilir. Üçüncü ve son bölüm ise sınıfa ait işlemleri içerir. İşlem (operation), sınıfın gerçekleştireceği davranışlardır. Bir başka deyişle, işlemler

sınıfların sorumluluklarını tanımlarlar. Sınıfların idare edebilecekleri kadar sorumlulukları olmalıdır. Çok fazla işlemi olan sınıfları daha küçük sınıflara bölmek çok fazla özellikli sınıflarda olduğu gibi daha uygun olabilir (Boggs ve Boggs, 1999).

Bir sınıf diyagramında sınıflardan bazıları birbirleriyle ilişkiyise, bu ilişkiyi temsil eden çizgiler ve oklar kullanılır. Sınıflar arasında dört tip ilişki vardır. Bunlar ortaklıklar (associations), bağımlılıklar (dependencies), kümelemeler (aggregations) ve genellemelerdir (generalizations). Ortaklıklar, sınıflar arası semantik ilişkilere sahiptir. Bu ilişkiler çift yönlü (bi-directional) veya tek yönlü (unidirectional) olabilir. Çift yönlü ortaklık ilişkileri düz çizgi, tek yönlüler ise oklu çizgi ile gösterilir (Boggs ve Boggs, 1999). Bu çalışmadaki sınıflar arası ilişkiler ortaklıklar olarak oluşturulmuştur. Bağımlılıklar her zaman tek yönlüdür ve bir sınıfın diğer sınıftaki tanımlamalara bağlı olduğunu gösterir. Kümelemeler, bütün ile parçaları arasındaki ilişkidir. Genellemeler, iki sınıf arasında kalıtım ilişkisini göstermek için kullanılırlar. Kalıtım, bir sınıfın diğer sınıfın tüm özelliklerini, işlemlerini ve ilişkilerini almasına imkan verir (Boggs ve Boggs, 1999).



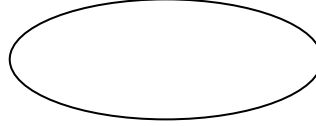
Şekil 4.13 : Sınıf Diyagramı

4.6.3. Örnek Tanımı

Nesneye dayalı sistemlerde her nesne bir sınıfa aittir. Belirli bir sınıfa ait olan nesne o sınıfın örneğidir (instance) (Jacobson ve diğ., 1992). "Örnek", bir "sınıf"tan oluşturulan nesnedir. Örnek olarak "insan" sınıfı tanımlanırsa her kişi bu sınıfa ait örnekleri oluşturacaktır. Örneğin davranışı ve bilgi yapısı ait olduğu sınıf tarafından tanımlanmaktadır. Aynı sınıfa ait örnekler benzer davranışlara sahip olurlar. Örneğin, kadınların ve erkeklerin farklı davranışlara sahip olması istenirse (dans ediş şekillerinin farklı olması gibi) iki ayrı sınıf oluşturulması gerekmektedir. Böylece her dişi birey, kadın sınıfının altındaki bir örnek olacaktır.

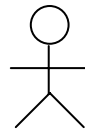
4.6.4. Aktör ve Kullanım Senaryosu Tanımları

Kullanım senaryosu modeli (use case model), aktörleri (actors) ve kullanım senaryolarını içerir. Bu kavramlar, sistemin dışındakileri (aktörler) tanımlamak ve sistem tarafından ne yapılması (kullanım senaryoları) gerektiğine yardımcı olmak için kullanılırlar (Jacobson ve diğ., 1992). Kullanım senaryolarının en önemli yararlarından biri iletişimidir. Kullanım senaryolarına bakan kişi sisteme eklenecek işlerliliği görebilir. Aktörlere bakılarak sistemi kimlerin kullanacağı görülebilir. Kullanım senaryoları ve aktörler arasındaki ilişkiye bakılarak projenin kapsamı anlaşılabilir. Bu şekilde çalışmanın işlerliği kontrol edilebilir ve eksik kalan noktalar tamamlanabilir (Boggs ve Boggs, 1999). Şekil 4.14, UML’de (Unified Modeling Language) kullanım senaryosu temsili göstermektedir.



Şekil 4.14 : UML’de Kullanım Senaryosu Temsili

Aktörler, sistem ile etkileşim halinde olan ve sistemle bilgi değişimine ihtiyaç duyan herşeyi temsil ederler (Jacobson ve diğ., 1992). Kullanım senaryoları sistemin kapsamı içindeki her şeyi tanımlarken aktörler de sistemin kapsamı dışındakileri tanımlamaktadır (Boggs ve Boggs, 1999). Birincil aktörler (primary actors), sistemi doğrudan kullanan aktörlerdir. Bu aktörlerin her biri sistemin bir veya daha fazla ana görevlerini yerine getirirler (Jacobson ve diğ., 1992). Örneğin bir geri dönüşüm makinesi ile ilgili bir sistem kurmak istenilirse, “müşteri” birincil aktördür. Çünkü sistemin kurulma amacı müşterilerdir. Birincil aktörlerin yanında sistemi yöneten aktörler de vardır. Bunlara da ikincil aktörler (secondary actors) denilir. İkincil aktörler sadece birincil aktörlerin sistemi kullanabilmesi için vardır (Jacobson ve diğ., 1992). Yukarıda anlatılan örneğe göre operatörler ikincil aktörlerdir. Çünkü müşteriler olmazsa operatöre ihtiyaç yoktur.



Şekil 4.15 : UML’de Aktör Temsili

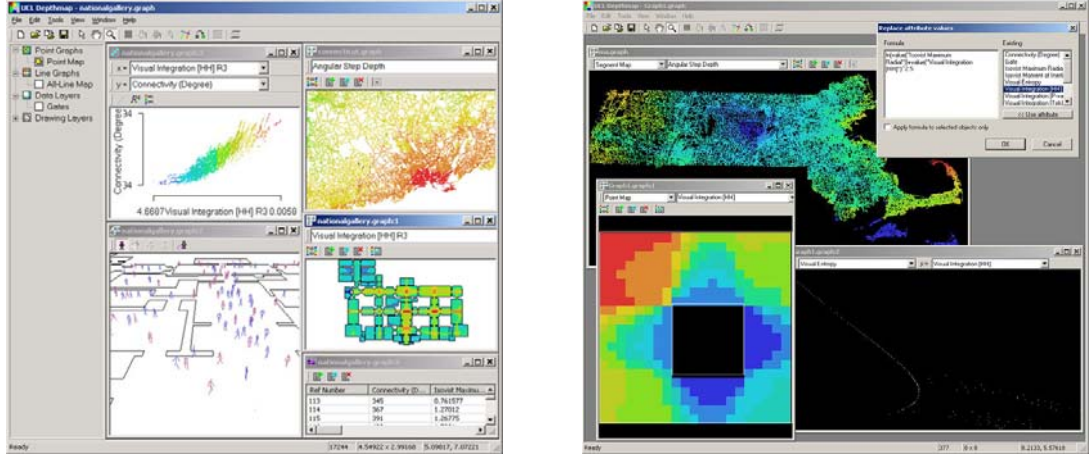
Her kullanım senaryosu olaylar serisinden oluşur. Bu olaylar, aktörler tarafından başlatılmış ve aktör ile sistem arasındaki etkileşimi belirtmektedir (Jacobson ve diğ., 1992). Şekil 4.15, UML’de aktör temsili göstermektedir.

5. ETMEN TABANLI SİSTEMLERİN TASARIM ALANINDA KULLANIMI İLE İLGİLİ MODELLER

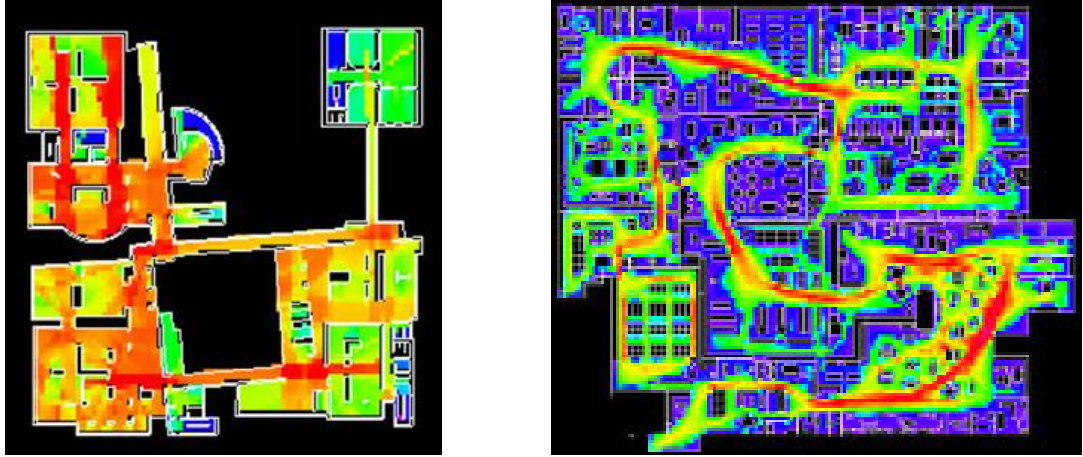
Bu bölümde, yapılan literatür çalışması sonucunda seçilen ve geliştirilecek bilgisayar modeline yardımcı olacağı düşünülen dokuz örnek anlatılmıştır. Anlatılan modeller University College London tarafından üretilen ve akademik çalışmalar için ücretsiz olarak kullanılabilen “UCL Depthmap”, “PEDSIM”, Exosomatic Visual Agent System’in kısaltılmasından oluşturulan ve yine UCL tarafından geliştirilmiş “EVAS”, Chicago Üniversitesi’nde geliştirilmiş ve açık kaynak olarak ulaşılabilen “Repast” (The Recursive Porous Agent Simulation Toolkit), “The Digital Clockwork Muse”, Gero tarafından yürütülen bir çalışmaya dayanan ve Sosyal Etki Modeli’ni kullanan sanat galerisindeki izleyici hareketleri ile ilgili model, Turner’ın ekomorfik sanat galerisi modeli ve son olarak da Penn ve Turner’ın vizyonu olan etmenlerle mekansal organizasyon analizleri yapan Londra’nın alışveriş caddelerini kullanan modelidir.

5.1. UCL Depthmap

Mimari ve kentsel sistemlerin görünürlük analizlerini yapmayı sağlayan, University College London (UCL) tarafından geliştirilmiş bir bilgisayar programıdır. UCL Depthmap ile görünürlük analizi, eksensel haritaların oluşturulması ve analizi, segment analizi yapılabilir (Turner, 2001). Etmen tabanlı analiz yapan bir ek programı vardır ve “software developers' kit - (SDK)” yardımı ile kullanıcılar kendi grafik analizlerini programlayabilmektedirler. UCL Depthmap’ın son versiyonları mekan dizimi (space syntax) yöntemiyle analizler de yapabilmektedir (Şekil 5.1 ve 5.2). Mekan dizimi, binaların ve şehirlerin mekansal dokularını incelemek için kullanılan bir teknikler bütünü ve mekan ile toplumu birleştiren bir teoriler zinciri olarak mimarlık ve kentsel tasarım alanlarındaki en etkili bilimsel hareketlerden biridir (Hillier, 1998). UCL Depthmap ilk olarak 1998 yılında Silicon Graphics IRIX işletim sisteminde çalışması için yazılmıştır. Son versiyon ise Windows 2000 ve XP işletim sistemlerinde çalıştırılabilmektedir (www.vr.ucl.ac.uk, 2007).



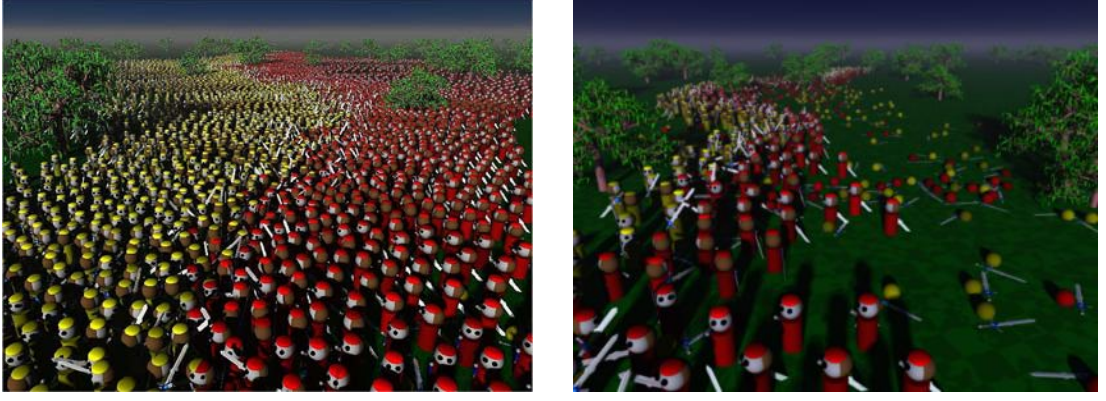
Şekil 5.1 : UCL Depthmap Programından Ekran Görüntüleri
(www.vr.ucl.ac.uk, 2007)



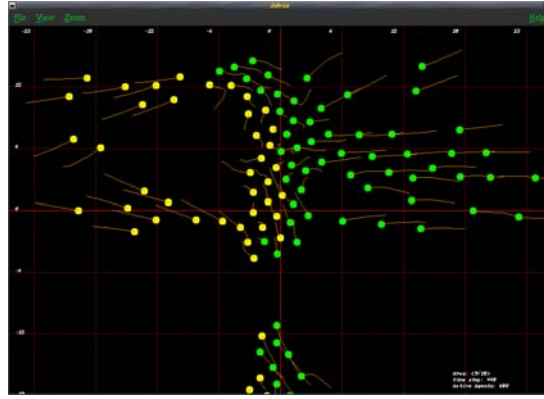
Şekil 5.2 : Kullanıcı Hareketleri (www.vr.ucl.ac.uk, 2007)

5.2. PEDSIM

PEDSIM (Pedestrian Simulation), basit mikroskobik yaya topluluğu benzetim sistemidir. Program, topluluk benzetimi yapmak, oyunlarda ve filmlerde kullanabilmek için uygundur. Şu an, kılıklı savaş benzetimi yapmaktadır (Şekil 5.3 ve 5.4). Yaya birbiri ile iletişime geçmektedirler. Çarpışmalardan sakınırlarken (kısa süreli etkileşim) düşmanlara karşı bir çekim gücü (uzun süreli etkileşim, etmenlerin "istek"lerini temsil etmektedir) hissetmektedirler. Ağaç gibi objelere de çarpma becerisi eklenmiştir. Etmenler, bireysel kararlar ile kendi güzergahlarını rastgele seçmektedirler (pedsim.silmaril.org, 2007).



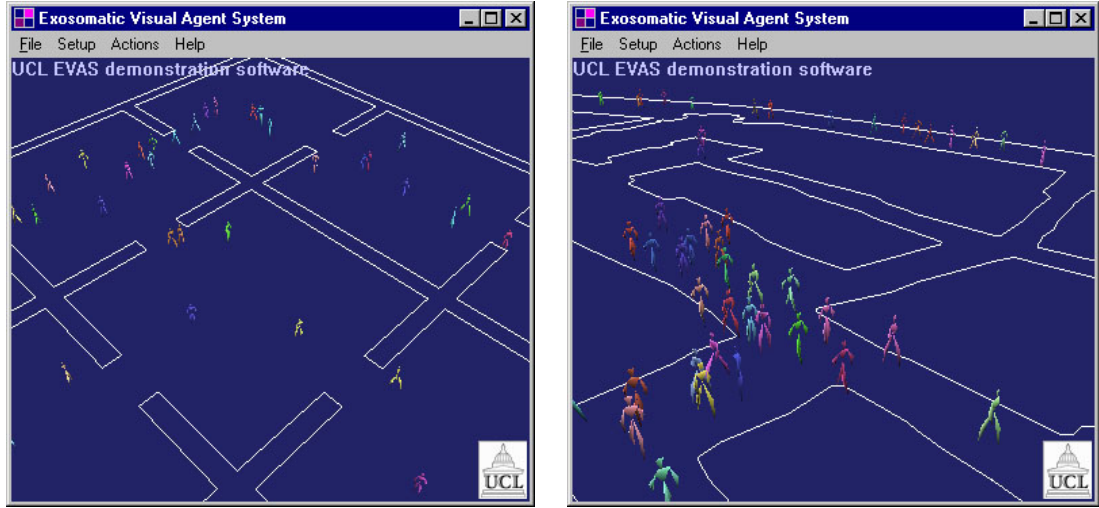
Şekil 5.3 : PEDSIM Programından Üç Boyutlu Ekran Görüntüleri
(pedsim.silmaril.org, 2007)



Şekil 5.4 : PEDSIM Programından İki Boyutlu Ekran Görüntüsü
(pedsim.silmaril.org, 2007)

5.3. EVAS

EVAS (Exosomatic Visual Agent System), UCL tarafından geliştirilmiştir. Etmenler mekanı değerlendirebilmek için görüş yeteneklerini kullanırlar ve boş alanlara doğru hareket ederler. Etmenlerin görüş açıları 170° (insan görüş açısı) olarak ayarlanmıştır. Programda, etmenler bulundukları noktadan görüş alanlarına giren rastgele bir hedef seçip ona doğru yürümektedirler (Şekil 5.5 ve 5.6). Uygulanan kural: üç adım yürü, çevrene bak, yeni bir hedef seç ve hedefe doğru üç adım yürü. Bu kural devamlı olarak tekrar etmektedir.

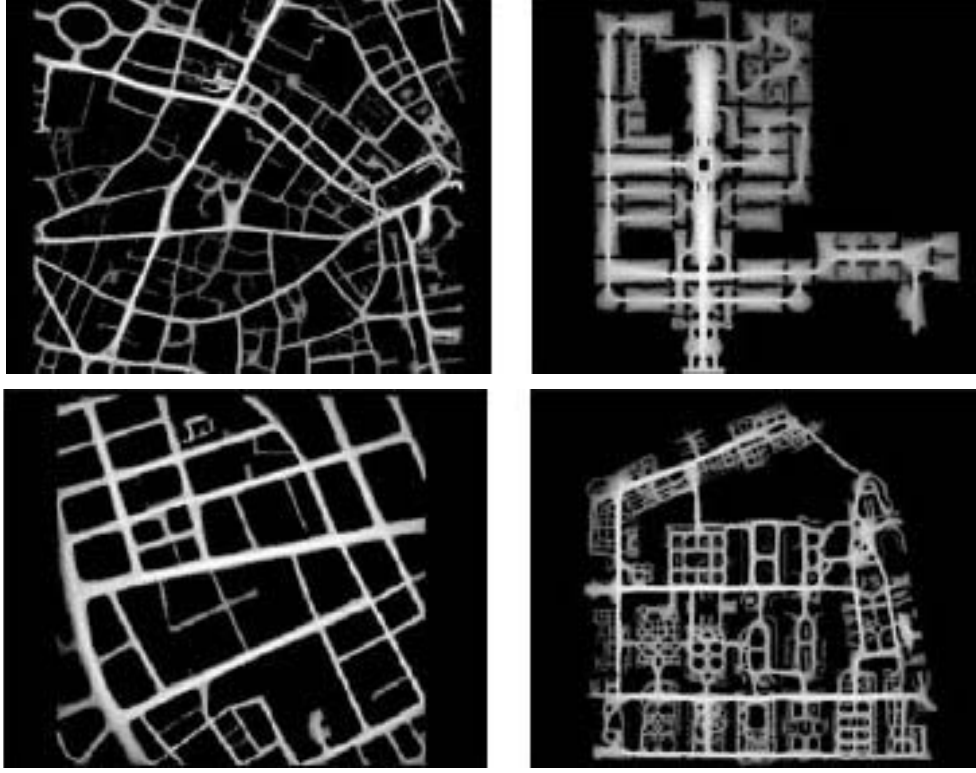


Şekil 5.5 : EVAS Ekran Görüntüleri (www.vr.ucl.ac.uk, 2007)



Şekil 5.6 : EVAS Ekran Görüntüleri (www.vr.ucl.ac.uk, 2007)

Şekil 5.7’de görünürlük analizi ile elde edilen etmenlere ait izler görülmektedir. Her etmen bir metrelik kareden geçerken arkasında iz bırakmaktadır. Beyaz alanlarda etmen sayısı fazla, siyah alanlarda ise azdır (www.vr.ucl.ac.uk, 2007). Bu yöntemle insanların yürürken nasıl hareket ettikleri, hangi güzergahları seçtikleri, kullanıcıların mekanla etkileşimleri incelenebilmektedir.



Şekil 5.7 : Yaya Modelleri: Eksosomatik Görsel Mimari “Exosomatic Visual Architecture” (www.vr.ucl.ac.uk, 2007)

5.4. Repast

Repast (The Recursive Porous Agent Simulation Toolkit), Chicago Üniversitesi’nde geliştirilmiş açık kaynak (open source) ve nesneye dayalı (object oriented) bir yazılımdır. Repast, etmen modelleme araç takımlarından biridir. Swarm - etmen tabanlı modelleme araç takımından birçok kavramsal özellikler almıştır. Swarm’dan farkı; Repast’in çeşitli dillerde, çoklu saf uyarlamalarının olması ve genetik algoritmalar ile gerileme gibi yerleşik uyarlamalı özelliklerinin (built-in adaptive features) bulunmasıdır.

Repast bünyesinde çeşitli etmen şablonları ve örnekleri içermektedir. Ancak kullanıcılar etmenlerin özelliklerini ve davranışlarını kendileri belirleyebilmektedirler. Sonuç ürün olarak, iki boyutlu etmen benzetimleri ortaya çıkmaktadır (repast.sourceforge.net, 2006).

Repast'in üç uygulama çeşidi vardır. Üç çeşit de aynı temel özelliklere sahiptir. Sadece, geliştirilme dilleri ve ortamları farklıdır.

Repast çeşitleri:

- Java için Repast (Repast J): Çekirdek özelliklere sahip esas uygulamadır.
- Microsoft.Net framework için Repast (Repast.Net),
- Python kod yazılımı için Repast (Repast Py).

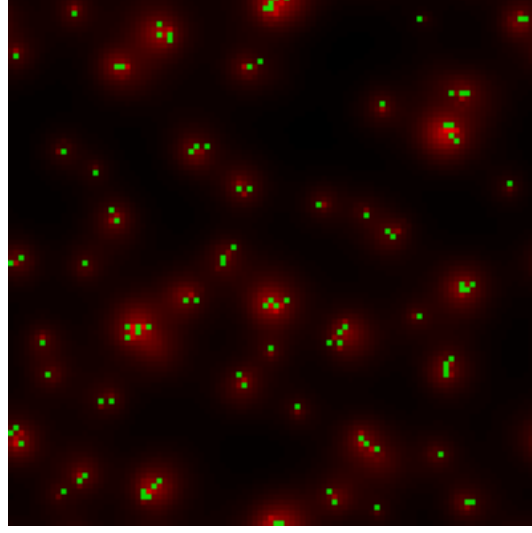
Görsel arayüzü nedeniyle temel modellerin Repast Py kullanılarak Python'da yazılması tavsiye edilmektedir. İleri modellerin ise Repast J veya Repast.Net'te C# ile yazılması önerilmektedir.

Repast'in bazı özellikleri şunlardır:

- Repast, çeşitli etmen şablonları ve örnekleri içermektedir. Ancak program, kullanıcıların etmenlerin özelliklerini ve davranışlarını değiştirmesi konusunda tamamen esneklik sağlamaktadır.
- Repast tamamen nesneye dayalıdır.
- Repast olay çizelgesine sahiptir. Bu çizelge hem ardışık hem de paralel olaylara ait operasyonları desteklemektedir.
- Repast iki boyutlu etmen ortamlarını ve bu ortamların görselleştirilmesini sağlamaktadır.
- Repast modelleri; Java, C#, Managed C++, Visual Basic.Net, Managed Lisp, Managed Prolog, ve Python scripting gibi çok çeşitli dillerde geliştirilebilir.
- Repast, kullanıcıların program çalıştırılırken etmenlerin özelliklerini, davranışlarını ve modele ait özellikleri değiştirmesine izin vermektedir.
- Repast; genetik algoritmalar, sinir ağları, rastgele sayı üretimi ve özelleşmiş matematik konularında kütüphanelere sahiptir.
- Repast'e coğrafi bilgi sistemleri (geographical information systems - GIS) desteği eklenmiştir.
- Repast Windows, Mac OS ve Linux platformlarında çalıştırılabilmektedir. (repast.sourceforge.net, 2006).

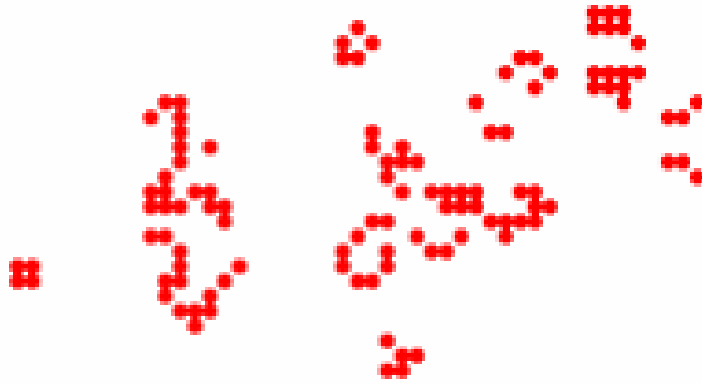
Repast kullanılarak üretilen çeşitli modellerden dört tanesi örnek olarak seçilmiştir. Şekil 5.8 Ateş böcekleri (Heat bugs) benzetimini göstermektedir. Bu benzetim, ateş böcekleri olarak tanımlanmış basit etmenlerden oluşmaktadır. Etmenler, ısıyı emip dışarı verebilmektedirler ve etmenin etrafında ısı alanı oluşmaktadır. Ateş

böceklerinin ideal bir sıcaklığa sahip olmaları gerekmektedir. Bu ısıyı koruyabilmek veya elde edebilmek için ortamda dolaşmaktadırlar.



Şekil 5.8 : Repast “heatbugs” (repast.sourceforge.net, 2007)

Şekil 5.9 Hayat oyunu (Game of Life) benzetimini göstermektedir. Bu benzetim, John Conway’ın “game of life”ını temel almıştır. Her hücre ya canlıdır ya da ölüdür. Eğer üç canlı komşu hücre varsa bir hücre doğar. Hücrenin, ikiden az komşusu varsa “yalnızlık”tan dolayı ölmektedir veya üçten fazla komşusu varsa “fazla kalabalıklık”tan dolayı hücre yine ölmektedir.



Şekil 5.9 : Repast “game of life” (repast.sourceforge.net, 2007)

Şekil 5.10 etmende genetik algoritma kullanımını göstermektedir. Bu uygulamada etmenler en az sayıda bozuk para ile belirli bir miktar parayı toplamak için yarışmaktadır. Her adımda bir hakim yarışmacıların kullandıkları bozuk paraların sayısını ve toplamda sahip oldukları parayı kontrol eder. Örneğin toplanması hedeflenen para miktarı 0.79 YTL ise etmenin 3 tane 25 Kuruşu ve 4 tane de 1

Kuruşu olmalıdır. Yarışmacının sahip olduğu bozuk paralar bir genetik algoritma tarafından hesaplanmaktadır. Eğer yarışmacı en az sayıda bozuk para ile gereken miktarı toplamışsa merkezdeki mavi noktaya yaklaşır. Bu uygulama, genetik algoritmalar ile etmen sistemlerin bir arada çalışmasına basit bir örnektir.



Şekil 5.10 : Repast “genetic office” (repast.sourceforge.net, 2007)

Şekil 5.11’deki örnekte oval ve dikdörtgen etmenlerden oluşan iki çeşit ağ vardır. Etmenler bulunduğu ağdaki diğer etmenlere bağlantılıdır. Bu etmenlerden biri ağdaki başka bir etmeni rastgele seçer ve eğer o etmenle üst üste çakışmazsa ilk etmen ikinci etmenin yanına yaklaşır. Eğer üst üste çakışırlarsa ilk etmen uzaklaşır.

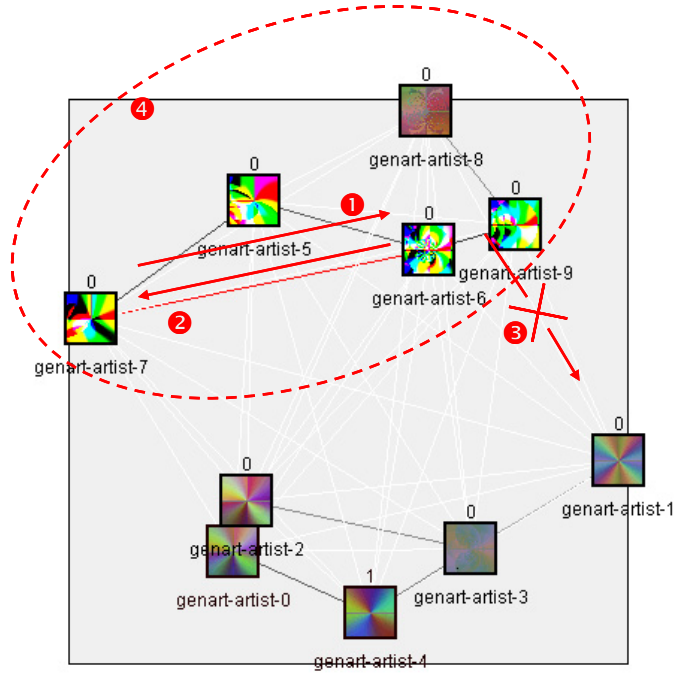


Şekil 5.11 : Repast “jiggle toy” (repast.sourceforge.net, 2007)

5.5. The Digital Clockwork Muse

“The Digital Clockwork Muse”, yapay yaratıcı bir sistemdir. Bireyin yaratıcı sistemlerde orijinallik arayışındaki rolünü arttırabilmek için geliştirilmiştir. Çok etmenli bir sisteme sahiptir. Etmenlerin görevi, ilginç ve potansiyel olarak yaratıcı genetik sanat ürünlerini araştırmaktır. Her etmen genetik sanat ürünleri oluşturabilmek ve diğer etmenlerle iletişim kurabilmek için bir evrimsel sanat sistemi ile donatılmıştır. İletişime geçtiği etmenler her adımda rastgele seçilmektedir. Sanat ürünleri ortaya çıkartan bireyler ve diğer etmenler tarafından yaratıcı kabul edilenler puanlama sistemi çerçevesinde “yaratıcı puan” ile ödüllendirilmektedir.

Şekil 5.12’deki kareler etmenleri, karelerin içindeki resimler ise etmenler tarafından o an için seçilen genetik sanat ürünlerini göstermektedir. Karelerin üstündeki rakamlar etmenin yaratıcılık değerini temsil etmektedir. Etmenler arasındaki siyah düz çizgiler ise iletişim kredisini ifade etmektedir.



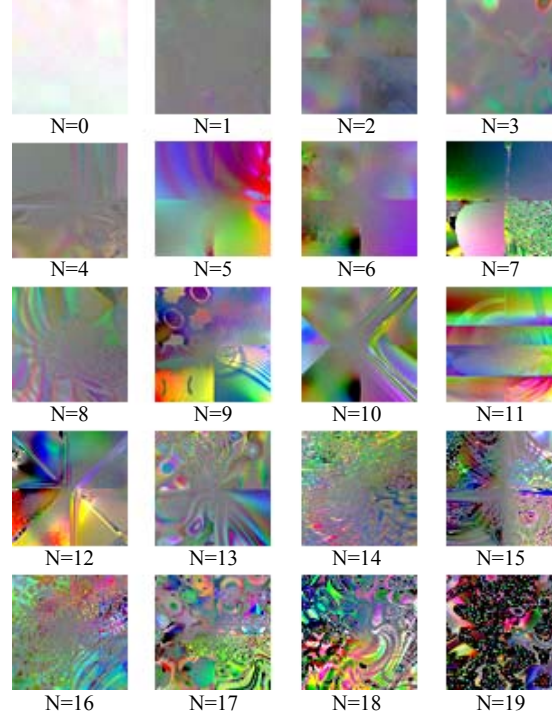
Şekil 5.12 : Yaratıcı Etmenler Topluluğu (www.arch.usyd.edu.au, 2006)

Yaratıcı etmenlerle tasarımın işleyişi (Şekil 5.12):

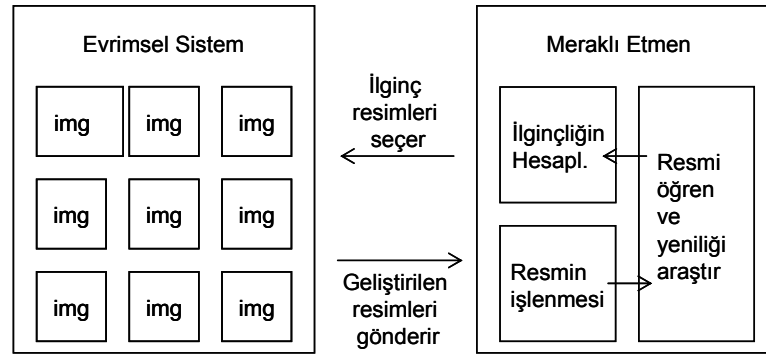
1. Tasarım etmenleri ilginç buldukları sanat ürünlerini diğer etmenlere gönderirler.
2. Diğer etmenler gelen sanat ürününü ilginç bulurlarsa ilgilerini ifade eden bir ileti geri gönderirler.
3. Tasarım etmenleri yaratıcı kabul edilebilmek için diğer etmenlerin takdir edeceği şekillerde kendilerini geliştirmeye çalışırlar.

4. Aynı ilgileri geliştiren tasarım etmenleri kapalı bir grup (clique) oluştururlar.

Farklı yenilik (novelty – N) tercihleri olan etmenler tarafından üretilen sanat ürünleri Şekil 5.13'te gösterilmiştir. Bu yenilik tercihleri N=0 ile N=19 arasında değişmektedir. Aşağıda gösterilen her örnek için üç etmenli bir gruba bir tane prototip sanat ürünü verilmiştir ve her durumda aynı prototip kullanılmıştır.



Şekil 5.13 : Farklı Yenilik Tercihleri (Saunders ve Gero, 2001b)



Şekil 5.14 : Meraklı Etmen ve Evrimsel Sistem Arasındaki Etkileşim (Saunders ve Gero, 2001b)

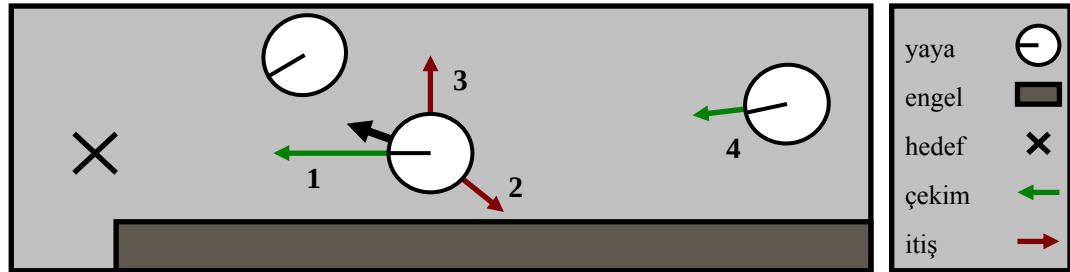
Etmen ve evrimsel sistem arasındaki etkileşim Şekil 5.14'te görülmektedir. Etmenlere, üretilen sanat ürünlerinin potansiyel yaratıcılığını değerlendirme yeteneği verilmiştir. Bunu sağlayabilmek için karşılaştıkları zaman sanat ürününün orijinalliğini bağımsız olarak değerlendirmeye ihtiyaç duyarlar. Ayrıca, daha fazla yeni sanat ürünleri araştırmak için bu değerlendirmeleri kullanabilmeleri gerekmektedir. Meraklı

tasarım etmenleri diğer etmenlerin ihtiyaç duyduğu orijinalliği araştırmak için kullanılmaktadır. Meraklı tasarım etmenleri, merak kavramı için “yenilik araştırmacı” (novelty detector) adı verilen bir sinir ağını kullanırlar. Bir “yenilik araştırmacı”, yeni bir bilginin orijinalliğini sahip olduğu eski bilgileri yok saymadan belirler. Meraklı tasarım etmenlerinin “yenilik araştırmacı” kullanması yeni sanat ürünlerini üretildikleri anda fark etmelerini sağlar (Saunders ve Gero, 2001b).

5.6. Sosyal Etki Modeli

“Sosyal Etki Modeli” yaya davranışlarının mikroskobik bir modelidir. İnsan toplulukları içinde gözlemlenen öz örgütlenme (self-organising) modeli için kullanılmaktadır (Helbing ve Molnàr, 1995). Helbing ve Molnàr, sosyal etki modelini toplum davranışlarının benzetimi ile ilgili deneysel sonuçların daha iyi anlaşılabilmesi için geliştirmişlerdir (Saunders ve Gero, 2004).

Gero, tasarımcıları toplumdaki değişen etmenler olarak kabul etmektedir (Sosa ve Gero, 2002). Bu bölümde anlatılan çalışmada hücresel özdevinim (Cellular Automata - CA) yaklaşımından türeyen bir dizi deneyler açıklanmaktadır. Bu deneylerde etmenler birkaç basit kuralı takip ederek birbirleri ve çevreleri ile etkileşime girmektedirler. Çalışmada, sonuçların beklenilenden daha farklı çıktığı belirtilmektedir. Öyle ki, yaratıcılık ve değişiklik ile ilgili günümüzde kabul edilen bazı varsayımları ve inanışları değiştirebilecek sonuçlara ulaşıldığı iddia edilmektedir.



Şekil 5.15 : Yerleşik Sosyal Etki Modeli (situated social force model)

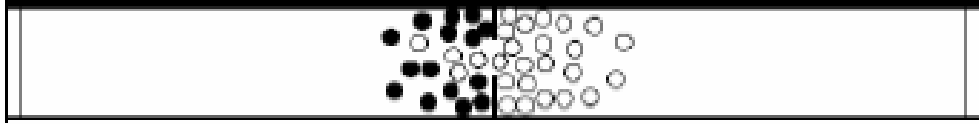
(www.arch.usyd.edu.au, 2006)

Gero'nun sosyal etki modeline göre (Şekil 5.15):

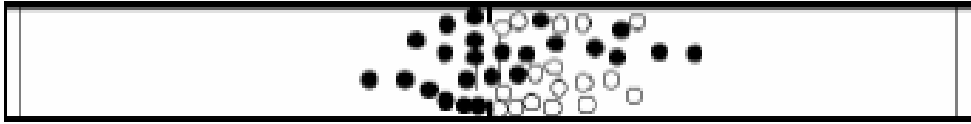
- Yayalar, hedeflerine olabildiğince etkili bir şekilde ulaşmaya çalışırlar.
- Yayalar, diğer yayalar ile uygun uzaklığı korumaya çalışırlar.
- Yayalar duvar gibi engellerden uygun uzaklığı korumaya çalışırlar.
- Diğer yayalar veya objeler, yayaların ilgisini çekebilir.

Saunders ve Gero bir benzetim yardımı ile üç farklı kapı genişliğinden etmen gruplarının geçmesi sırasında ortaya çıkan problemleri inceleyip elde edilen

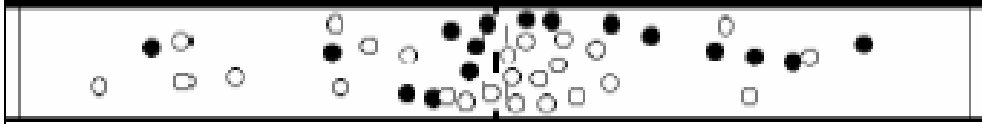
sonuçları açıklamışlardır. Bu deneye göre, kırk kişilik yaya grubunu oluşturan etmenler dar kapılı, geniş kapılı ve iki kapılı alanlardan geçirilmiştir (Şekil 5.16, 5.17 ve 5.18). Siyah daireler soldan sağa giden yayaları temsil etmektedir. Beyaz daireler ise sağdan sola gidenleri göstermektedir. Bütün kapıların performansı tek bir etmenin geçmesi durumunda eşit ve iyi olarak değerlendirilmiştir. Etmen sayısı arttıkça bir grup etmenin kapının kontrolünü ele geçirdiği gözlemlenmiştir. Kapının sağ veya solundaki etmen sayısına bağlı olarak kontrol de sağ veya sola geçmektedir.



Şekil 5.16 : Dar Kapıdan Etmenlerin Geçişi (kapı genişliği: 5 birim)
(Saunders ve Gero, 2001a)



Şekil 5.17 : Geniş Kapıdan Etmenlerin Geçişi (kapı genişliği: 10 birim)
(Saunders ve Gero, 2001a)



Şekil 5.18 : İki Kapılı Alandan Etmenlerin Geçişi (kapı genişliği: 2x5 birim)
(Saunders ve Gero, 2001a)

Topluluklar üzerinde sosyal etkinin sonuçlarını araştıran bir başka çalışma ise Sosa ve Gero'ya aittir. Sosa ve Gero'nun modelinde bireylerin her biri iki boyutlu bir grid üzerinde kuzey, güney, doğu ve batıda yer alan dört bitişik komşuya sahiptir. Sistem çalıştırıldığında, grid üzerinde bir alan ve onun komşularından biri rastgele seçilir. Her alan, benzerliklerine bağlı olarak etkileşime geçme olasılığına sahiptir. Mesela, birbirinden tamamen farklı iki alanın etkileşime geçme olasılığı sıfırdır. Oysa, birbirine çok benzeyen iki alanın etkileşime geçme olasılığının değeri birdir.

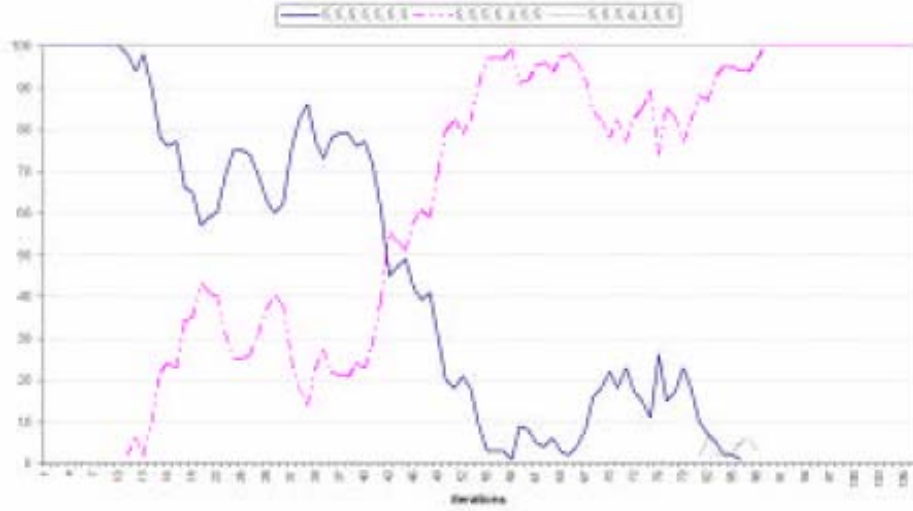
Gerçekleşen eylemin tanımı şöyledir:

1. Bir alan ve onun komşularından birini rastgele seç.
2. Gelişigüzel genel bir özellik seç, o özelliği paylaşıyorlar mı kontrol et.

3. Eğer varsa, birbirlerinden farklı bir özelliklerini seç.
4. Komşudaki özelliği “alan” a kopyala (Sosa ve Gero, 2002).

Sosa ve Gero’nun modelinin çalıştırılması ile elde edilen sonuçlar Şekil 5.19 ile Şekil 5.24 arasında görülmektedir. 10x10 birimlik kareler üzerinde 100 bireye ait 20 durum, 5 belirleyici nitelik (feature) ve 10 kişisel özellik (trait) ile çalışılmıştır.

Şekil 5.19 a yeni oluşan bir kültürün baskınlaşmaya başlamasını göstermektedir. Şekil 5.19 b ise baskın kültürün yeniden iddia sahibi olup baskınlaşmasını göstermektedir. Bu örnekler, grup yapısını ve belirli zaman aralıkları içerisinde bireyler arasındaki her etkileşimin o anki sonucunu göstermektedir. Pembe kesik çizgi yeni oluşan kültürü temsil etmektedir. Mavi çizgi ise eskiden baskın olan kültürün tekrar kontrolü ele geçirdiğini göstermektedir.



(a)



(b)

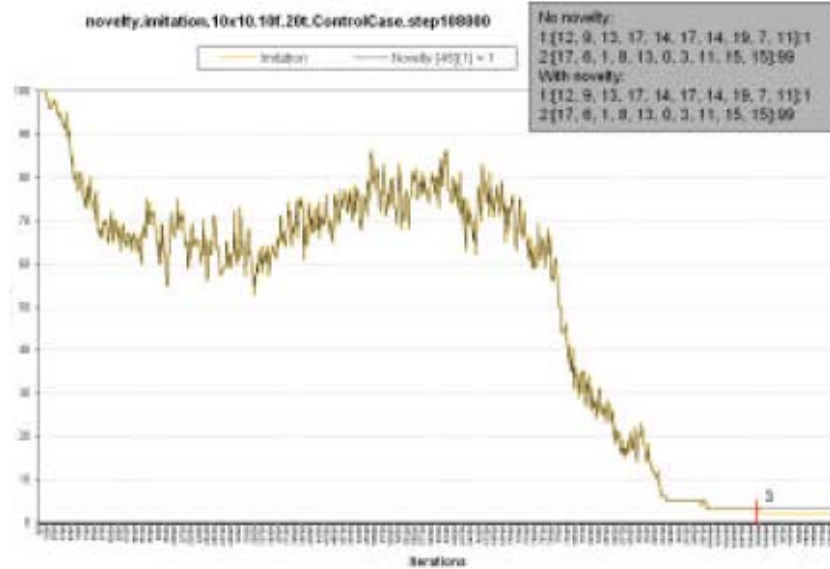
Şekil 5.19 : Yeni Oluşan Kültür ile Baskın Kültür Etkileşimi (Sosa ve Gero, 2002)

Şekil 5.20’de deneye bir kontrol ögesi eklenmiştir. Bireylerde orijinallik değeri olan hareketlere izin verilmemektedir, sadece taklit edebilmektedirler. Düşey eksen, kültür çeşitliliğini göstermektedir.



Şekil 5.20 : Kontrol Ögesinin Eklenmesi (Sosa ve Gero, 2002)

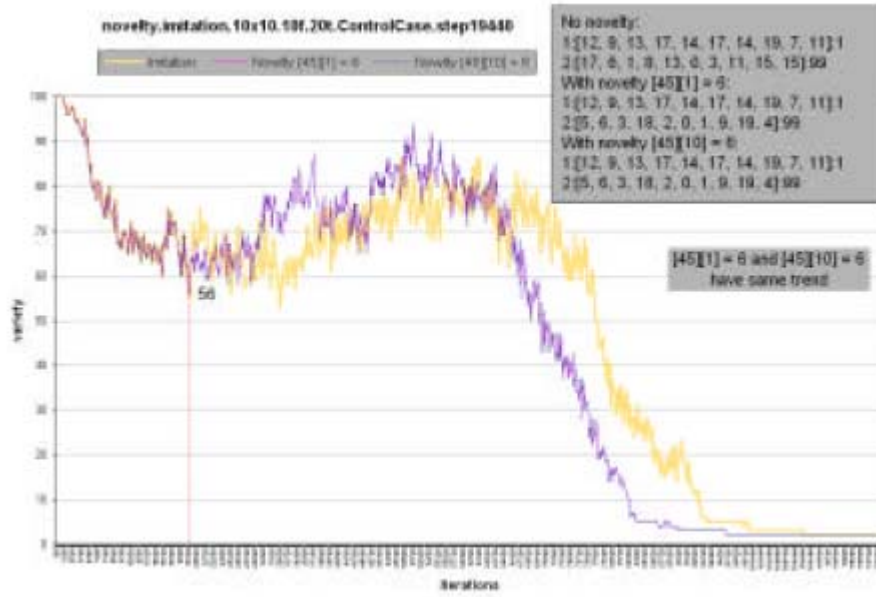
Şekil 5.21, aynı deneyin 108.000’inci adımda orijinallik değeri olan hareketlere izin verilmiş halidir. Bu adımdan itibaren yeni bir kültür ortaya çıkmıştır. Böylece, baskın kültür sayısı üç olmuştur.



Şekil 5.21 : Yeni Kültürün Ortaya Çıkışı (108,000. adım) (Sosa ve Gero, 2002)

Sosa ve Gero, yukarıda anlatılan deneylerin sonucunda eylem aynı olsa bile etkinin ağırlıklı olarak eylemin hangi zaman aralığında dinamik sosyal yapı üstünde uygulandığına bağlı olduğunu gözlemlemişlerdir.

Şekil 5.24'te deneyin aynı noktasında iki farklı eylem gerçekleştirilmiştir ve baskın kültür üzerinde aynı etki ortaya çıkmıştır. Daha önceden tahmin edilememiş olan bu sonuca göre, etkilenen topluluk bir fonksiyon olarak kabul edilebilir. Sosa ve Gero bu sonuç üzerine etmenin eylemi “ne zaman” ve “nerede” gerçekleştirdiğinin bazen “hangi” eylemi gerçekleştirdiğinden daha önemli olabileceğini belirtmişlerdir (Sosa ve Gero, 2002).



Şekil 5.24 : Aynı Noktada İki Farklı Eylemin Gerçekleşmesi (Sosa ve Gero, 2002)

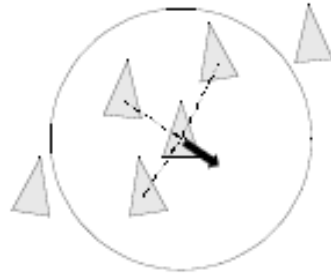
Sosa ve Gero yaptıkları çalışmalar sonucunda şöyle demektedirler: “Kiminle etkileşime geçtiğimiz bizi etkiler ve bizim kime dönüştüğümüzü şekillendirir. Bu durum, sosyal etkileşim ve kültür formasyonu mekanizması olarak adlandırılabilir. “Kültür”, bir topluluğun bireylerinin etkileşimi ile elde edilen ortak değerler grubu olarak tanımlanır. Bireyler ne kadar etkileşime geçerlerse o kadar birbirlerine benzeyeceklerdir” (Sosa ve Gero, 2002).

5.7. Sanat Galerisi Modeli

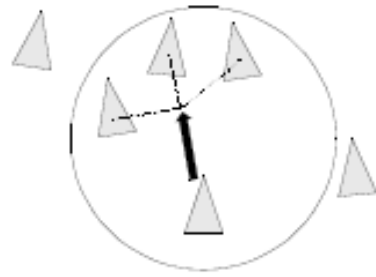
Reynolds (1987), canlı gruplarının benzetiminin basit tepkisel (reactive) etmenlerin kullanımı ile gerçekleştirilebileceğini belirtmektedir. Ancak, bu etmenler az sayıda ama dikkatli bir şekilde seçilmiş kuralları uygulamaktadır. Reynolds dört basit kural kümesinden söz etmektedir.

Her etmen tarafından uygulanacak kurallar şunlardır (Saunders ve Gero, 2004):

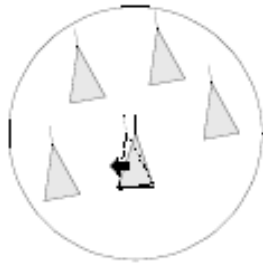
1. Ayırma (Separation): Kümedeki diğer elemanlardan uzak durmaya çalışmak.
2. Sıralama (Alignment): Kümedeki diğer elemanlara doğru yüzünü dönmek.
3. Birleşme (Cohesion): Kümedeki diğer elemanlara doğru yaklaşmak.
4. Kaçınma (Avoidance): Engellere veya küme dışında kalan elemanlara çarpmamaya çalışmak.



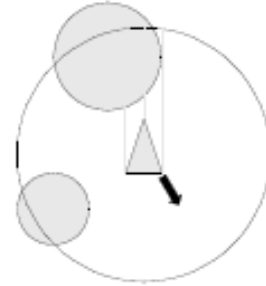
(a) ayırma



(c) birleşme



(b) sıralama



(d) kaçınma

Şekil 5.25 : Reynold'ın Toplanma Modelinde Kullanılan Yönetim Davranışları
(Saunders ve Gero, 2004)

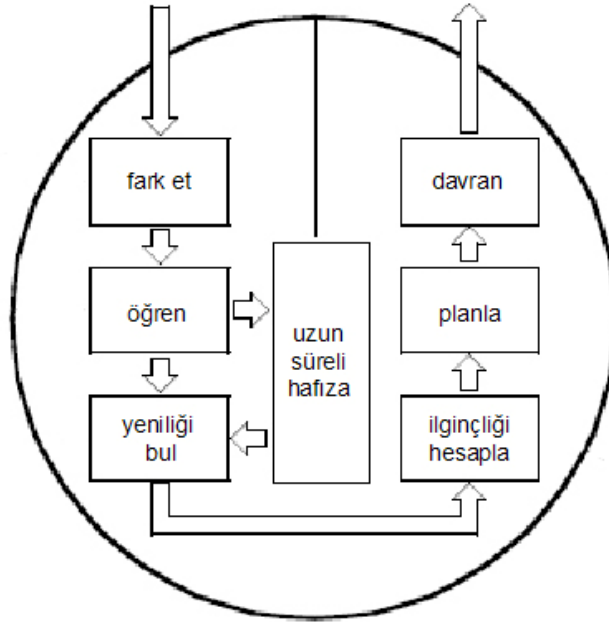
Şekil 5.25, toplanma modeli (flocking model) sırasında uygulanan güç çeşitlerini göstermektedir. Ayırma, etmenleri normal şartlar altında aşırı kalabalıklaşmaktan korumaktadır. Sıralama, her etmeni kendisine en yakın olan komşu etmenlerle hizalamaktadır. Böylece bir grup olarak hareket edebilmektedirler. Birleşme, etmen komşuluğuna doğal görüntüye benzerlik sağlamaktadır. Kaçınma ise etmenin engeller çevresinde dolaşmasına imkan sağlamakta ve olası yağmacılardan korumaktadır.

Toplanma algoritması, benzetimlerdeki ve oyunlardaki insan topluluklarının hareketlerini ifade etmek için genişletilmiştir (Woodcock, 1999). Toplanma, kitlelerin

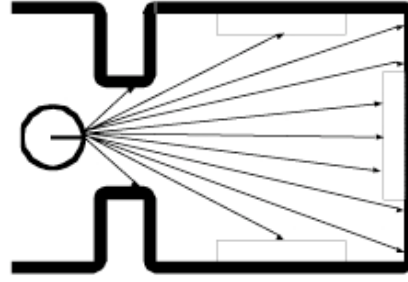
yol bulma yöntemlerinin kullanılması ile belirlenen yolları takip etmesi için kullanılmaktadır. Çünkü, orijinal toplanma modeli hedefe doğru ilerleme durumu ile ilgili bilgileri içermektedir. Oyun ortamlarındaki toplanma uygulamaları genellikle bazı kuralların eklenmesine ihtiyaç duyarlar. Bu kurallar etmenlerin bir yol üzerinde hedef noktaya doğru hareket etmelerini sağlamaktadır. Bu şekilde genişletilen toplanma algoritması etmenleri hedefleri arasındaki hareketlere yönlendirirken grup düzenini ve bölgesel engellerden kaçınmayı sağlamaktadır (Saunders ve Gero, 2004).

Etmen modeline öğrenme yeteneğinin eklenmesi ise etmen davranışı için önemli bir konu olan merak kavramına izin vermektedir (Saunders ve Gero, 2004). Meraklı etmen (curious agent) modeli altı temel fonksiyonu kapsamaktadır: fark etme (sense), öğrenme (learn), yeniliği bulma (detect novelty), ilginçliği hesaplama (calculate interest), planlama (plan) ve eyleme geçme (act). Ayrıca, her etmen kategori prototiplerini saklayabilmek için uzun süreli hafızaya gerek duyar (Şekil 5.26).

Sanat galerisi benzetimindeki meraklı etmenler basit bir “raycasting” görme modeli kullanılmaktadırlar. Bulunduğu ortamda görüş alanına giren nesneleri fark edebilmek için etmen çok sayıda ışın gönderir. Işınlarda bir nesneye çarparsa etmen o nesneyi fark eder. Şekil 5.27, etmenin çevresini nasıl görebildiğini göstermektedir.

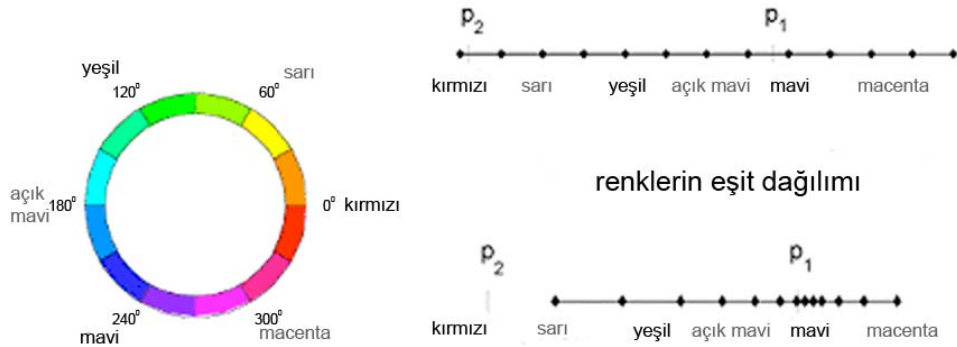


Şekil 5.26 : Meraklı Etmen Mimarisi (Saunders ve Gero, 2004)



Şekil 5.27 : “Raycasting” Kullanılarak Etmene Görme Yeteneği Verilmesi
(Saunders ve Gero, 2004)

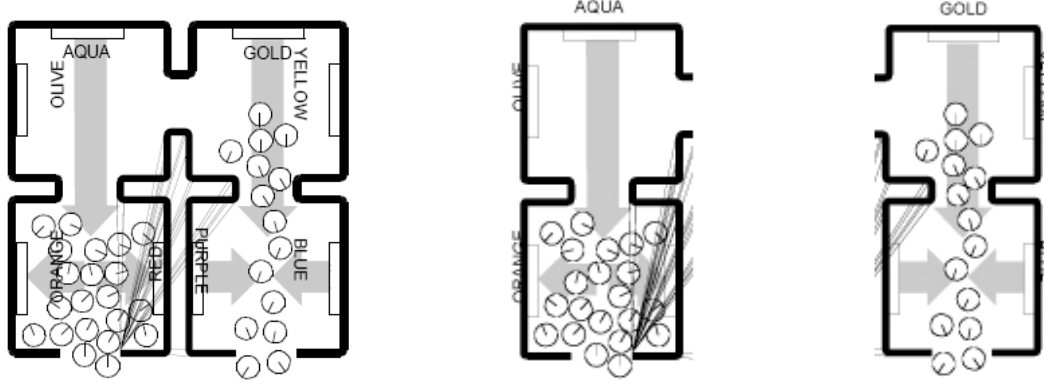
“Raycasting” kullanılarak renklerin filtrelenmesi ile her renk tonu bir açı olarak temsil edilebilmektedir. Bu durumla ilgili renk çemberi Şekil 5.28’de görülebilir. Bu renk çemberini etmenin öğrenmesi için en uygun öğrenme sistemi SOM’dur (self-organizing map). SOM’lar denetlenmeyen bir çeşit sinir ağı tipidir. Genellikle veri sınıflandırması işleminde kullanılırlar (Kohonen, 1995). Örnek olarak anlatılan uygulamada SOM öğrenme algoritması tarafından rapor edilen hata sınıflandırması, etmenin deneyim ile elde ettiği verilerden yeni bir şeyler öğrenip öğrenmediğini ölçmek için kullanılmıştır.



Şekil 5.28: Renk Çemberi (Saunders ve Gero, 2004)

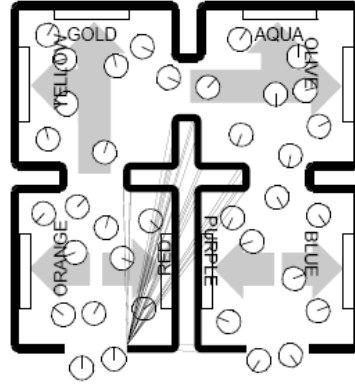
Şekil 5.29, benzetimin çalıştırılması sırasında ortaya çıkan sorunları göstermektedir. Sanat ürünlerinin uygun olmayan bir düzenlemeyle yerleştirilmesi sonucunda etmenlerin galeriyi dolaşmalarında gezilerini etkileyen sonuçlar ortaya çıkmıştır. Büyük gri oklar meraklı sosyal etkileri (curious social forces) temsil etmektedir. Ortaya çıkan iki problemden birincisi, galeri girişinde oluşan kalabalığın diğer odalara geçişi engellemesidir. İkinci problem ise turun son odasında etmenlerin çevrelerini incelemekten dışarı çıkmalarıdır. İlk problemde, ikinci odadaki resim ilk odadan görülebilmektedir ancak ikinci odadaki resim birinci odadakinden çok farklı olduğu için etmenler ilk odada kalmayı tercih etmişlerdir. Bu nedenle diğer odalara geçişi sağlayan kapı kalabalık nedeniyle kapanmıştır. Etmenlerin ikinci odadaki resme verdikleri tepki (meraklı sosyal etki) sanki o geçişi kapatan fiziksel bir engel

varmış gibi davranmalarına sebep olmuştur. İkinci problemin kaynağı, son odada çok farklı sanat ürünlerinin kullanılmasıdır. Son odadaki resimler etmenlerin beklentilerine göre çok farklıdır. Bu nedenle resimleri incelemeden dışarı çıkmayı tercih etmektedirler.



Şekil 5.29 : Sanat ürünlerinin uygun olmayan şekilde yerleştirilmesi nedeniyle ortaya çıkan iki problem (Saunders ve Gero, 2004)

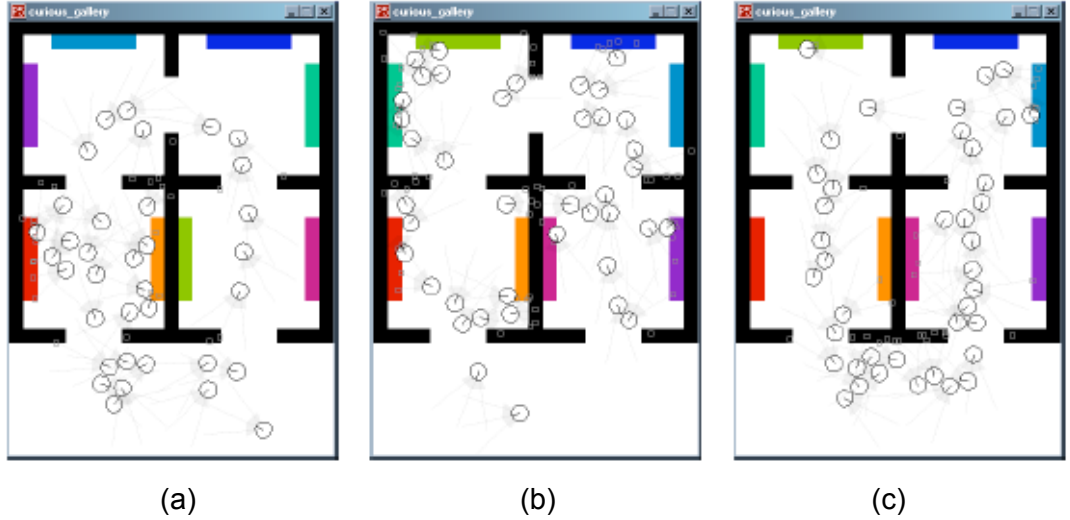
Şekil 5.30, Şekil 5.29'da ortaya çıkan problemlere olası bir çözümü göstermektedir. Bu örnekte, ikinci ve üçüncü odadaki resimler değiştirilmiş ve etmenlerin bu odalardaki resimleri eski duruma göre daha fazla incelemeleri sağlanmıştır. Etmenler daha yüksek düzeyde ilgi rapor etmiş ve sanat ürünlerinde kullanılan renklerin kavramsal temsilini daha iyi öğrenmişlerdir.



Şekil 5.30: Sanat ürünlerinin uygun şekilde yerleştirilmesi ile gezmeyi ve incelemeyi destekleyen düzenleme şekli (Saunders ve Gero, 2004)

Şekil 5.31, etmen topluluklarının çeşitli galeri düzenlemelerine ve etmenlerin galeriyi gezme sayılarına bağlı farklı davranışlarını göstermektedir. Galeriyi bir defa gezmesine izin verilen etmenler Şekil 5.31 a ve b'de görülmektedir. Şekil 5.31 a, etmenlerin ilk resimlere daha fazla ilgi gösterdiklerini ancak sonlardaki resimleri incelemeden çıktıklarını göstermektedir. Çünkü resimler gezmeyi ve incelemeyi

destekleyen bir şekilde yerleştirilmemiştir. Şekil 5.31 b'de etmenler yine galeriyi bir defa gezebilmektedirler. Bu sefer etmenler galeriye eşit şekilde dağılmışlardır çünkü her odayı aynı derecede ilgi çekici bulmaktadırlar. Şekil 5.31 c ise etmenlerin galeriyi birden çok sayıda gezdikleri ve daha önceki gezileri ile ilgili bilgileri hafızalarında tuttıkları durumu temsil etmektedir. Deney, etmenlerin giderek galeriden sıkıldığını göstermektedir. Etmenler resimlere ilgi göstermeden dışarı çıkmaktadırlar.



- (a) Etmenlerin tek giriş hakkı olduğunda ve galeride zayıf bir düzenleme oluşturulduğunda ortaya çıkan sonuç
- (b) Etmenlerin tek giriş hakkı olduğunda ve galeride iyi bir düzenleme oluşturulduğunda ortaya çıkan sonuç
- (c) Etmenlerin çok giriş hakkı olduğunda ve galeride iyi bir düzenleme oluşturulduğunda ortaya çıkan sonuç

Şekil 5.31 : Farklı Galerî Düzenlemeleri ve Etmen Dolaşım Stratejileri
(Saunders ve Gero, 2004)

Bu örnek ile sanat galerisi gibi bir alanda etmenlere renkleri fark etme yeteneğinin verilmesi ile galerî düzenlemesinde topluluk davranışının, geçmiş deneyimlerin davranış hareketleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.

5.8. Ekomorfik Sanat Galerisi Modeli

Bu örnekte bir sanat galerisinin ekomorfik evrim sürecinin modellenmesi tartışılmaktadır. İçindeki insanlar ile sanat ürünleri arasındaki doğal etkileşim veya yorum bilim (hermeneutical) diyalogu çevresine yerleştirilmiş bir sanat galerisi incelenmektedir. Sanat ürünleri bir oyunun parçasıdır. Bu oyuna göre, sanat ürünleri galerî içinde kendilerini daha popüler olan odalara yerleştirmeye çalışmaktadır ve bunun için bir noktadan diğer bir noktaya devamlı hareket etmektedirler. Galerinin duvarları oyuncuların yerleştikleri noktalara göre şekil değiştirmektedir. Oyun

oynandıkça mekan gelişmekte ve sanat ürünü (artwork) ile izleyici (art viewer) arasında ekomorfik diyalog oluşmaktadır.

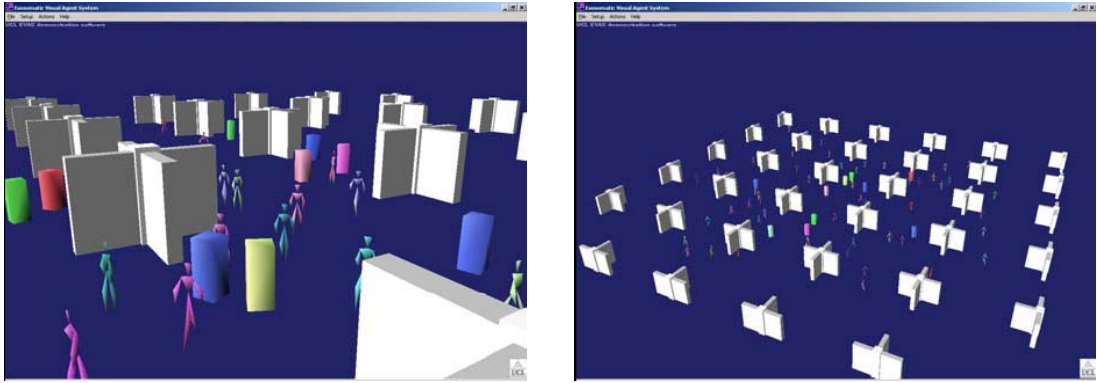
Bu örnekte anlatılan çalışmanın ana fikri Wheeler'a ait "From Robots to Rothko" adlı yazıdan ortaya çıkmıştır (Turner, 2002). Wheeler makalesinde, sanat ürününe bakan izleyici ile sanat ürününün kendisi arasında, geleneksel bilişsel bilimin reddi ve aktif algıya giriş ile, "hermeneutical diyalog" fikrini geliştirmiştir. Gibson şöyle demektedir: "Biz çevremize bakarız, ilginç olan bir şeye doğru yürürüz, tüm yüzeylerini görebilmek için onun çevresinde dolaşırız, ve daha sonra da bir başkasına doğru yöneliriz. Bu doğal görüş (natural vision)'tür." Wheeler sanat ürünü izleyicisi ile sanat ürünü arasında izlenme eyleminde bir araya gelen bir gelişmiş geçmiş olduğunu savunmaktadır (Turner, 2002). Bu eylem içinde izleyici ile ürün arasındaki değişim "hermeneutical diyalog" – doğal bir etkileşim'dir.

Burada anlatılan eylem ise, izleyici ile ürün arasındaki daha özel (fenomolojik) bir değişimdir. Ancak, bu özel değişim bir sanat galerisinde meydana gelmektedir. Çalışma, bu diyalogun mekansal sonuçlarına bakmayı hedeflemektedir. Kişi ve ürün oyunun aktörleridir. Kişi, ürünü görmeyi hedeflerken, ürün de kişi tarafında görülebilmeyi istemektedir. Sanat ürünleri arasında dolaşıp çevrelerini görebilen etmenler kullanılmıştır. Ayrıca sanat ürünlerine, kişiler tarafından görülebilmelerini sağlayabilmek için, yer değiştirmeleri konusunda izin verilmektedir. Bunların yanı sıra çevre de şekil değiştirmektedir. Oyun devam ettikçe çevre de aktörlerden biri haline gelmektedir. Oyun, ekomorfik bir çevre ortaya çıkartmaktadır (Turner, 2002).

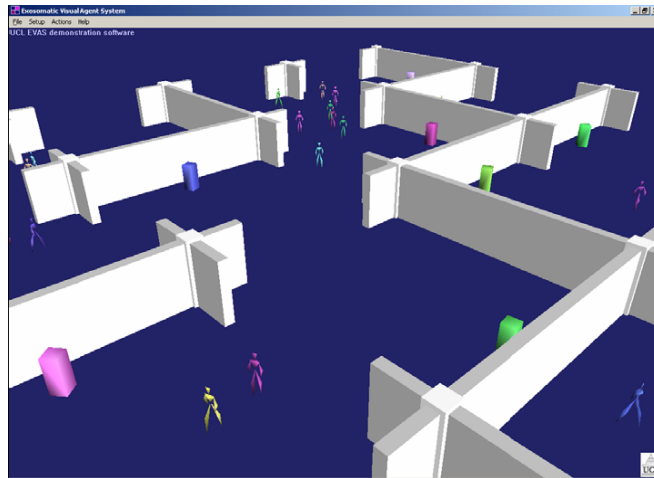
İzleyiciler ve sanat etmenleri için görüş alanı (vision) olan bilgi işlemsel etmenler kullanılmıştır. Görüş alanı olan çok sayıda etmen oluşturabilmek için "exosomatic visual architecture" (EVA) uygulanmıştır. Etmenler ortam içinde herhangi bir noktada bırakılmıştır ve görüş alanları içindeki herhangi bir noktaya doğru yönelmişlerdir. Bu davranış şekli, sanat galerisi içindeki normal insan hareket davranışını temsil etmektedir. Etmenler her üç adımda bir görüş açılarına göre hedeflerini yeniden gözden geçirip bir noktaya ulaşmaya çalışmaktadırlar. Bu işlem üç adımda bir tekrarlanmaktadır. Bu deneyde etmenlere istek'ler (desire) verilmiştir. İzleyici etmenler (viewer agents) sanat ürünlerini izlemek istemektedirler. Eğer görüş alanları içinde onları çeken bir sanat eseri görürlerse, ona doğru yürümekte ve bir süre ona bakıp, önünde vakit geçirmektedirler. Etmen o sanat ürününü sevse de sevmese de ona doğru yaklaşmaktadır. Sevip sevmeme durumu etmenin sahip olduğu beğenme (taste) vektörü ile doğru orantılı olup olmamasına bakmaktadır. Beğenme vektörleri iki boyutlu vektörlerdir ve sevmeme-sevmeme durumlarını temsil eder. Eğer sanat ürünü ve izleyiciye ait beğenme vektörleri eş doğrultuda giderse,

birbirlerinin dikkatini çekerler ve izleyici sanat eserine doğru yürür. İzleyici etmeni, beğenme vektörü yukarı doğru yükselinceye kadar eseri takdir etmeye devam eder.

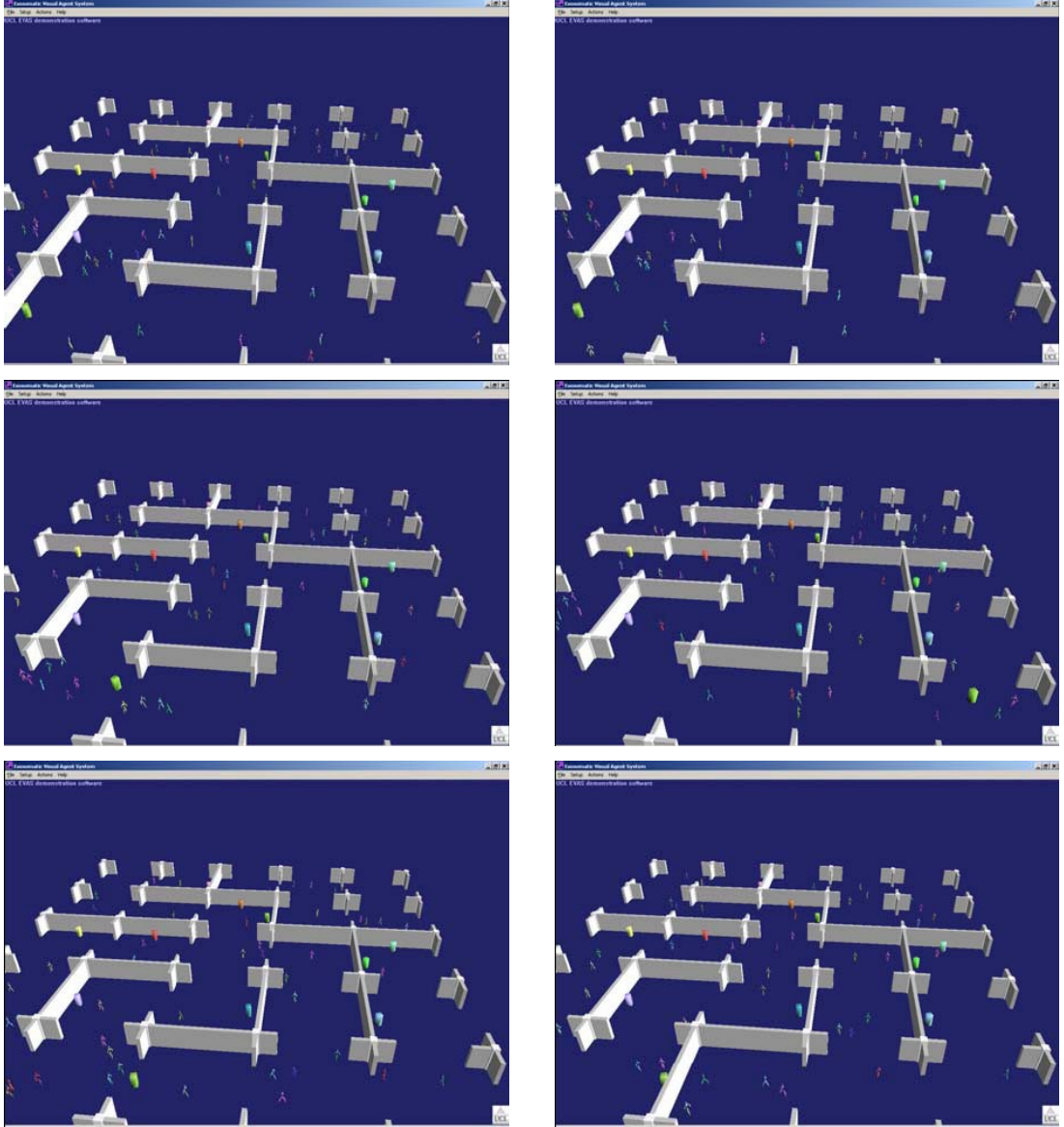
Şekil 5.32, izleyicilerin ve sanat eserlerinin 5x5'lik karelerden oluşan sistemde temsilini göstermektedir. Renkler etmenlerin beğenme vektörlerini temsil etmektedir. Odalar kolonlarla birbirlerinden ayrılmıştır. Bu örnekte, sanat ürünleri durağan veya istek'lerine bağlı olarak bir odadan diğerine hareket etmektedir. İlgileri doyuncaya kadar izleyici etmenler bu sanat ürünlerini izlemektedirler. Burada izleyici ile sanat ürünü arasında ekolojik bir oyun oynanmaktadır, fakat ekomorfik bir durum oluşmamaktadır. Şekil 5.33'te morfolojik bir tepki oluşturabilmek adına, sanat ürünlerine her odanın köşesinde belirli bir noktada durmaları söylenmiştir. Onlar yerlerini alınca, arkalarına bir duvar inşa edilmektedir, böylece ürün duvarın önünde sergilenen bir obje durumuna geçmektedir. Daha sonra, izleyici etmenlere odadan odaya dolaşarak yerleştirilmiş sanat ürünlerini incelemeleri söylenir. Şekil 5.33'te, durum Şekil 5.32'ye göre tersine dönmüştür. Ortada tek bir morfoloji vardır ve katılımcılar arasında gelişen bir oyun mevcut değildir, sadece ziyaretçi etmenler tarafından hareket örüntüsü oluşturulmuştur (Turner, 2002).



Şekil 5.32 : İzleyici Etmenler ve Sanat Ürünleri (Turner, 2002)



Şekil 5.33 : Sanat Ürünlerinin Arkasında Duvar Oluşması (Turner, 2002)



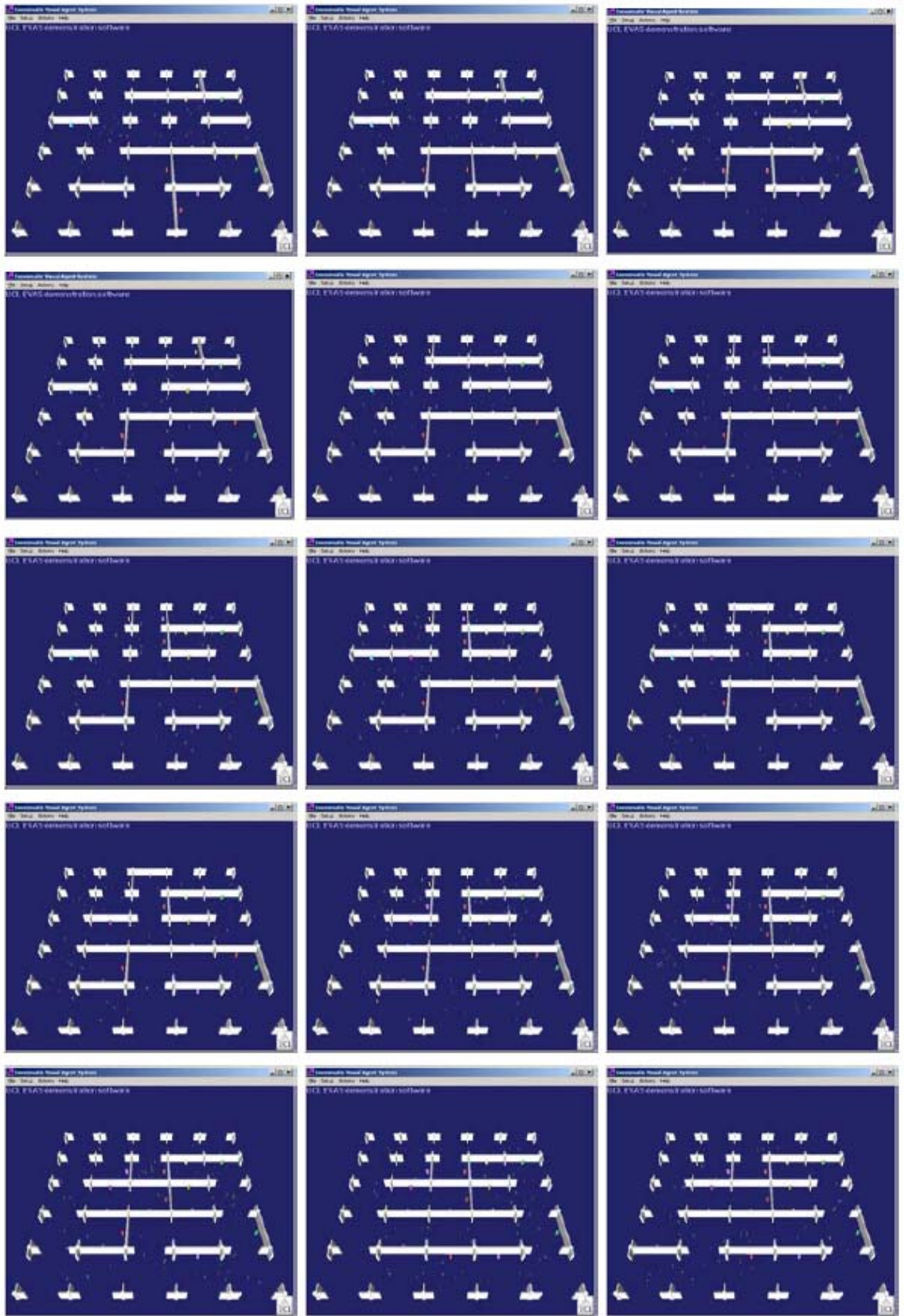
Şekil 5.34 : Sanat Ürünleri ve İzleyici Etmenlerin Etkileşimi (Turner, 2002)

Şekil 5.34'te, morfoloji oluşturabilmek için sanat ürünlerine sürekli olarak bulundukları noktadan yeni ve daha popüler olan noktalara doğru hareket etmeleri söylenmektedir. Her odaya giren ziyaretçi sayısı kaydedilmektedir ve her 30 saniyede bir, en az ziyaret edilen odadaki sanat ürünü hareket etmesi için seçilmektedir. Hareket haline geçtiği anda arkasında bulunan duvar kalkar ve böylece sanat ürününün daha popüler bir oda bulmasına imkan verilir. Sanat ürünü etmeni, en popüler durumda olan üç odayı inceler ve kendisinin içinde bulunduğu odadan daha popüler olup olmadıklarına bakar. Eğer daha popüler bir oda bulursa, odanın köşesindeki yeni konumunu alır ve sistem tarafından arkasına duvar yerleştirilir.

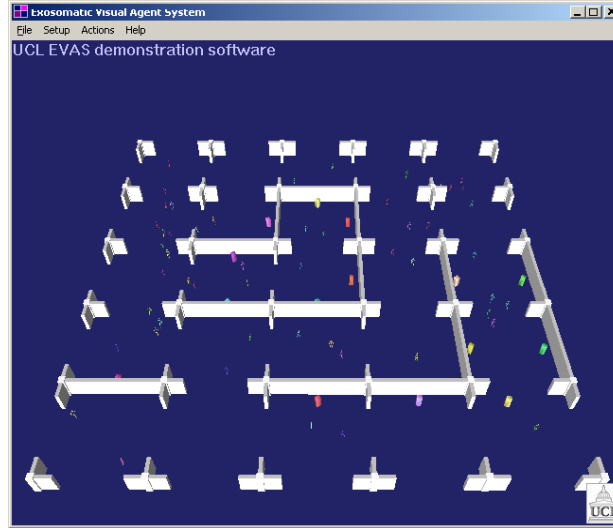
Duvarın önce yerinden kaldırılması, daha sonra yeni yerine yerleştirilmesi önemsiz bir dağınıklık olarak görülebilir ancak, programın bu şekilde yapılmasının nedeni bilgi işlemsel pragmatiklere bağlıdır. EVA, girilebilir gibi görünen noktaları etmenler için kaydederken, konfigürasyon ile ilgili ekleme veya çıkartmalar belirgin bir yeniden hesaplamayı gerektirmektedir. Bu yeniden hesaplama, sanat ürünü etmenlerinin hareket edebilmeleri için duvarların kaldırılmaları ve sonradan yeni yerlerine yerleştirilmeleri ile minimumda tutulmaya çalışılır. Etmen, duvar olmadan eski yeri ile yeni yerler arasında rahatlıkla gidip gelebilmektedir.

Şekil 5.35, duvarlar kaldırılıp yeniden yerleştirilirken oluşan ortamlara ait görüntüleri göstermektedir. Kendiliğinden ortaya çıkan bir sistem formu görülmektedir. Sanat ürünleri zamanla merkezde toplanmaya başlamaktadır, ancak görülebilirlikleri için sıralar halinde dizilmektedirler. Şekil 5.36'da bir sanat ürününün kendisini, merkezi bir toplanma şekli gösteren diğer etmenlerden ayırdığı ve açık bir sıranın sonunda göze çarpan bir noktaya yerleştirdiği gözlemlenmektedir. Sistem bir süreliğine durumu böyle bırakmış, daha sonra ise sanat ürününün arkasına bir duvar oluşturulmuş ve L-şeklinde bir örüntü ortaya çıkmıştır.

Generative Art 2002 Konferansı'na sunulan bu çalışmada Turner "Belki de örüntüler tesadüfi oluşmaktadır. Burada gösterilen sistem oldukça basit bir grid yapı üzerine kurulmuştur. Belki de gelecekte bir bina ele alınacak, onun o anki formu değiştirilip daha yararlı olacağının düşünüldüğü bir forma dönüştürecek işlemler yapılacaktır, tıpkı buradaki sanat galerisi ve izleyicileri ile sanat ürünleri arasındaki ilişki gibi" demektedir (Turner, 2002).



Şekil 5.35 : Duvarların Oluşması (Turner, 2002)



Şekil 5.36: L-şeklindeki Örüntünün Oluşması (Turner, 2002)

5.9. Vizyonu Olan Etmenler ile Mekansal Organizasyon Analizleri

Hareketli birey grupları ister böcek, hayvan ya da insan olsun, yaşamak için çevrelerinde kaynaklar ararken karmaşık şekillerde davranırlar. Kentsel insan toplulukları arasında “arama davranışı” yerleşim morfolojisi ve alan kullanım örüntüsü ile ilişkili olarak karmaşık ve anidir. Günümüzde, etmen benzetim deneyleri, topluluk hareketlerindeki aniden ortaya çıkan davranış örüntülerini incelemede kullanılmıştır. Çevre morfolojisi ve bu çevredeki kaynakların yerleşim ve dağılım örüntüleri, bu etmenlerin araştırmalarını yürütmelerindeki verimliliği etkilemektedir. Doğrusal caddeler ve kümelenmiş topluluklar, çok hedefli karşılaştırmalı davranış için verimli bir araştırmaya imkan verir. Etmenler ihtiyaçları için birçok hedef arasından en uygununu araştırırken dağıtılmış yerleşimler tek hedefli geziler için en verimli yerlerdir. Kentsel mekan morfolojisi ve alışveriş alanları yerleşim örüntüleri verimli bir araştırmayı destekleyecek şekilde gelişmiştir (Penn ve Turner, 2003).

Kentsel sistemler, birçok farklı aktörler arasındaki etkileşimlerden ortaya çıkmış oldukça karmaşık objelerdir. Her karar alma eylemi genellikle diğerlerine bağlıdır ve kendilerine ait kuralları olan farklı sosyal, ekonomik ve fiziksel sistemlerin etkileşimlerinden ortaya çıkar. Kentsel gelişim ve gelişim kontrolü için sürdürülebilir yollar sağlanabilirse, kentsel büyümenin iyi temellenmiş anlayışını kazanma ve tarihsel zaman çizelgesi üzerindeki değişim süreçleri hayati önem taşıyacaktır.

Penn ve Turner’ın çalışması Londra’daki açık alışveriş caddelerindeki yayaaların hareketleri ile ilgilidir. Londra’nın batı ucundaki Charlotte Caddesi, lokantaları ile bilinmektedir. Tottenham Court Yolu ise bu caddeye paraleldir ve 100 metre batıda yer almaktadır. Bu yol ise elektronik eşya dükkanları ile meşhurdur. Her iki cadde de

yaya hareketi yoğunluğu açısından farklıdır. Kentsel mekan morfolojisinin yaya hareket örüntüleri üzerinde güçlü bir etki yaptığı bir süredir bilinmektedir. Ancak, yayaları çekmek için ne oranda alan kullanılması gerektiği net değildir. Farklı alan kullanım fonksiyonlarının kümelenmesi ve karışması ile ilgili süreçler hakkında hala yeterli bilgi mevcut değildir. Ayrıca, bu örüntülerin kişilere etkisi, yaşamsal ihtiyaçlarını sağlamak için kentsel alanları nasıl kullandıkları ve bu mekanlarda nasıl hareket ettikleri de tam olarak bilinmemektedir. Kentsel gelişimin kontrol edilmesi, önemli ve kendi başına ayakta durabilen şehirlerin oluşturulması amaçlanıyorsa, karar alma süreçlerinin kişileri nasıl tutarlı sonuçlara götürdüğü daha iyi anlaşılmalıdır (Penn ve Turner, 2003).

Kentsel grid morfolojisinin, çok çeşitli sosyal davranışlar ve patolojiler üzerinde güçlü bir etkisinin olduğu sözdizimi araştırması ile bulunmuştur. Bu morfoloji, kentsel peyzajda binaların yerleşimi ve bu binalarla ilişkili diğer yapıların yerleşimi ile tanımlanmaktadır. Mekan sözdizimi metodolojisi incelenirken ilk önce mekan örüntüleri geometrik olarak tanımlanan bir harita ile temsil edilmiştir. Ancak, bu örnekte farklı bir yaklaşım kullanılmıştır, yazılım etmenlerinin çevrelerini görme yetenekleri vardır. Etmenler çevre sınırları içinde, etmenin görme açısına (angle of vision) ve bakış yönüne (direction of gaze) bağlı olarak herhangi bir zaman diliminde görüş alanına (visual field) sahiplerdir. Etmenlere bulundukları çevreden ne görebileceklerine dair, hareketlerle ilgili kurallar verilmiştir. Penn ve Turner'ın araştırmasının ilk aşamalarında, etmenler için basit bir kural tanımlanmıştır: "görüş alanınıza giren çevreden rastgele bir yer seçin, bu doğrultuya yönelip ilerleyin, her üç adımda bir bu işlemi tekrarlayın." Böylece, toplu etmen hareket akışları ile binalardaki yaya hareketleri arasında yüksek oranda ortak ilişkiye rastlanmıştır (Penn ve Turner, 2002). Bu ortak ilişki, etmenlere 170 derecelik görüş açısı yani normal insan yaklaşık görüş açısı verildiği zaman en yüksek noktaya ulaşmıştır (Turner ve Penn, 2002).

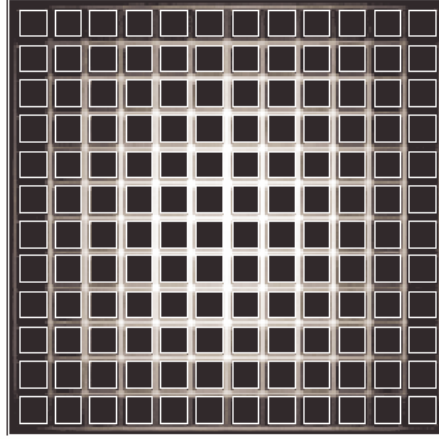
"Görüş"e (vision) sahip etmenler, iki tip doğrudan etkileşime izin vermektedir. Bunların birincisinde, etmenler birbirlerini görebilir ve birbirlerine tepki verebilirler. Bu özellik, bireysel etmenlerin birbirlerine çarpmadan aynı caddede dolaşabilmelerini sağlamak için kullanılmaktadır. İkinci etkileşim özelliği sayesinde, etmenler görüş alanlarının veya bu alanın herhangi bir parçasının sınırı ile ilgili bilgi sahibi olabilmektedirler. Dolayısıyla, bir bina yüzeyi etmenin görüş alanı içinde görsel bir sınır oluşturabilir. Her etmene bir amaç (hunger) verilmektedir ve bir dizi deney düzenlenmiştir. Bu deneylerde, etmenler bulundukları çevreyi incelemek için kullanılmışlardır. Etmenlerin, "amaç"larına (hunger) uyan "alan"ları (taste) bulmada ne kadar başarılı oldukları incelenmiştir. Bu araştırmanın bir sonraki adımı olarak, çevre morfolojisinin ve mağazaların yerleşim, toplanma veya dağılma/yayılma gibi

mekansal faktörlerinin etmenlerin arama etkinliklerini (search efficiency) nasıl etkilediğinin inceleneceği söylenmektedir.

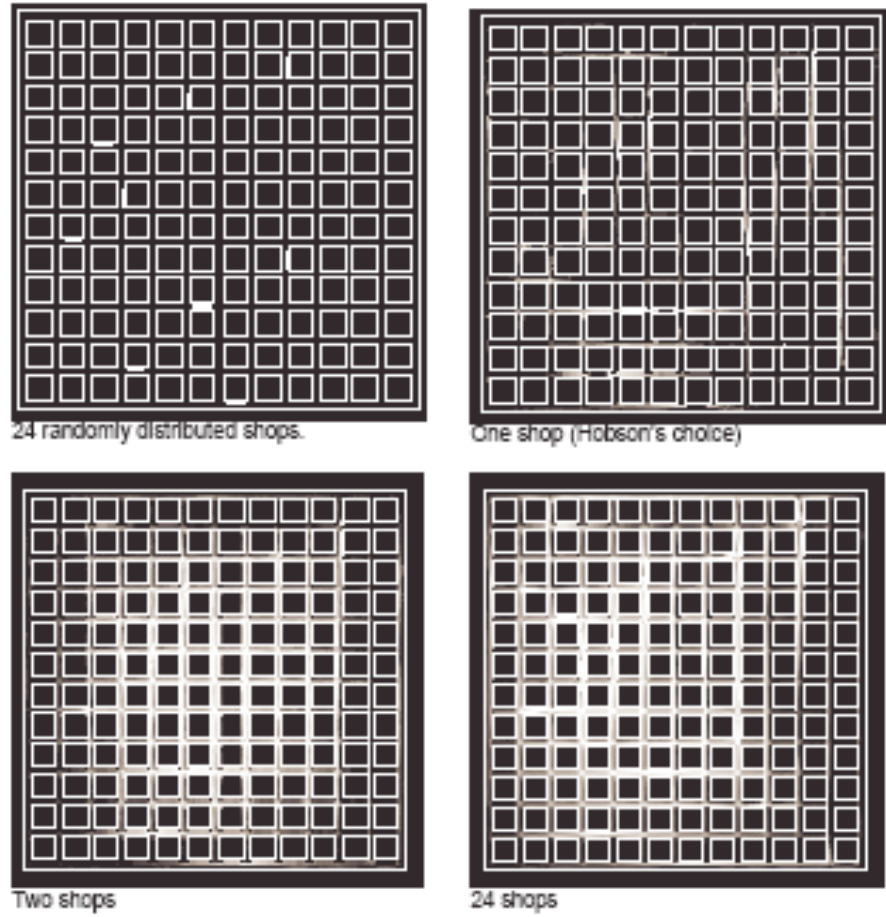
Deneyler, başlangıçta mağaza yerleşimlerinin ve toplanma şeklinin farklı olasılıklarının bulunduğu karelerden oluşan bir çevrede gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu işlem, blokların bölgesel olarak farklı yerleştirildiği farklı bir gridde tekrarlanmıştır. Bu örnekler, alışveriş davranışlarına dair bir model ortaya çıkartmıştır. Araştırma ilerledikçe, mekansal kurgu ve kişileri çeken nesneler (attractors) arasındaki ilişki veya karmaşık bir çevrede dolaşan uzun görüş mesafesine sahip etmenlerin hangilerinin başarılı olduğu konularında sorular ortaya çıkmıştır. Farklı çevreler oluşturma adına mağazalar bir araya toplanmış veya rastgele dağıtılmıştır. Etmenlerin aynı noktalarda toplanması, ya iki boyutlu kümeler şeklinde ya da cadde boyunca dizilme biçimde gerçekleşmiştir.

Her deneyde, etmenler çevreye bırakılmış ve sonra da nerelere gittikleri izlenmiştir. İlk olarak, amacı olmayan ve mağazaların yerleşimlerine dikkat etmeyen etmenler kullanılmıştır (Şekil 5.37). Bu deney sonucunda, çevre tarafından desteklenen görme örüntüsünden etkilenen bir hareket örüntüsü ortaya çıkmıştır. İkinci adımda, etmenler belirli bir mağazayı bulmak için ayarlanmışlardır (Şekil 5.38). İlk gördükleri mağazaya yönelmişler ve oraya ulaştıklarında sistemi terk etmişlerdir. Bu deneyde ise, mağazalar sistemdeki çekici nesne görevini görmektedir. Bu gerçekleşirken etmenlerin davranışları, ilk mağazaya ulaşmak için kaç adım gittikleri ve her etmenin amaç (hunger) vektörü ile etmenin ulaştığı her mağazanın alan (taste) vektörü arasındaki uyum düzeyi ile ilgili çeşitli bilgiler elde edilmiştir. Bundan sonraki adımda etmenlere önce iki mağaza, sonra üç, dört şeklinde giderek artan sayıda mağazaya gitmeleri ve alan (taste) vektörünün kendilerinin amaç (hunger) vektörü ile en uyumlu olan mağazaya geri dönmeleri söylenmiştir. Bu durum, etmenlerde araştırma davranışı oluşturmaktadır. Etmenler görebildikleri mağazaları inceleyip, amaçları (hunger) ile amaca uygun alanların (taste) uyuştugu mağazaları bulmaya çalışmışlardır.

Herhangi bir çekici etkisi olmadan hareket eden etmenlerin hareket örüntülerinde gridin geometrik merkezine doğru hareket oranının arttığı görülmektedir (Şekil 5.37). En beyaz olan alanlar en yüksek hareket oranını temsil etmektedir. Şekil 5.38'de rastgele dağıtılmış mağaza cephelerine göre etmenlerin grid sistem içindeki hareketleri görülmektedir. Etmenlerin amaçlarına en uygun "taste" vektörüne sahip mağazayı seçmeleri istenmiştir.



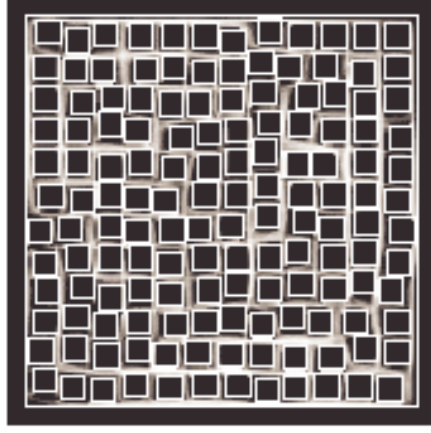
Şekil 5.37 : Etmen Hareketleri (Penn ve Turner, 2003)



Şekil 5.38 : Rastgele Dağıtılmış Mağaza Cepheleri (Penn ve Turner, 2003)

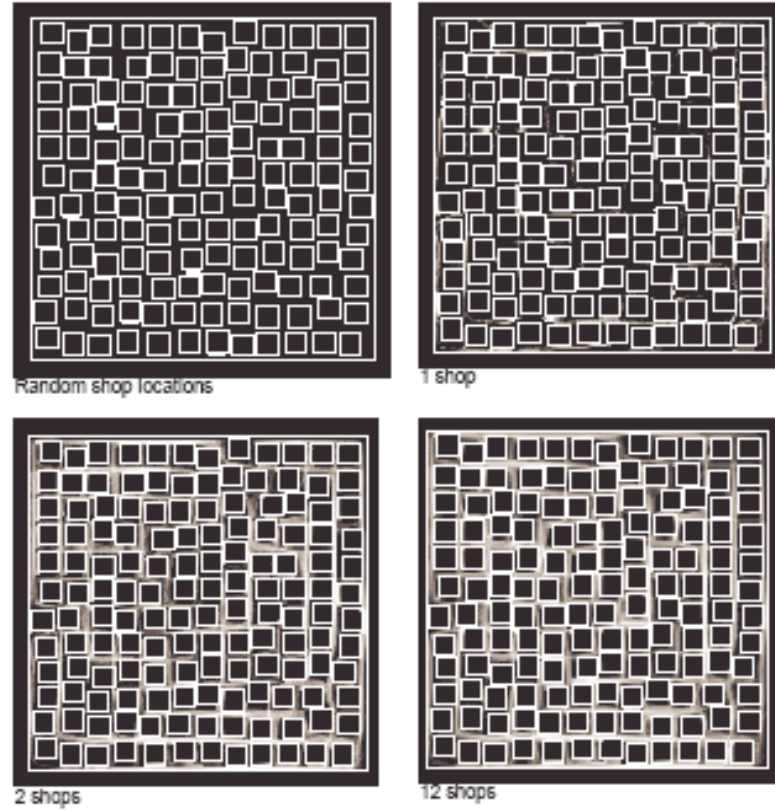
Şekil 5.39'da bu kez deforme edilmiş bir grid sistem kullanılmıştır. Böylece, caddelerin yanı sıra küçük meydanlar da ortaya çıkmıştır. Cadde dizilişi doğrusal devam etmeyip bir noktada kırılmaktadır. Şekil 5.39'da alışveriş hedefleri olmayan etmenlerin hareket örüntüsü görülmektedir. Etmenlerin en çok toplandıkları alanlar daha beyaz görülmektedir. Bu örnek, deformasyonun Şekil 5.37'deki geometrik

merkez eğilimini tamamen yok ettiğini göstermektedir. Ortaya çıkan küçük meydanlar, hareket örüntüsü içerisinde dönme noktalarını oluşturmaktadır. Kısa doğrusal boşluklar daha fazla hareket oranına sahiptir.



Şekil 5.39 : Deforme Edilmiş Grid Üzerinde Alışveriş Hedefleri Olmayan Etmen Hareketleri (Penn ve Turner, 2003)

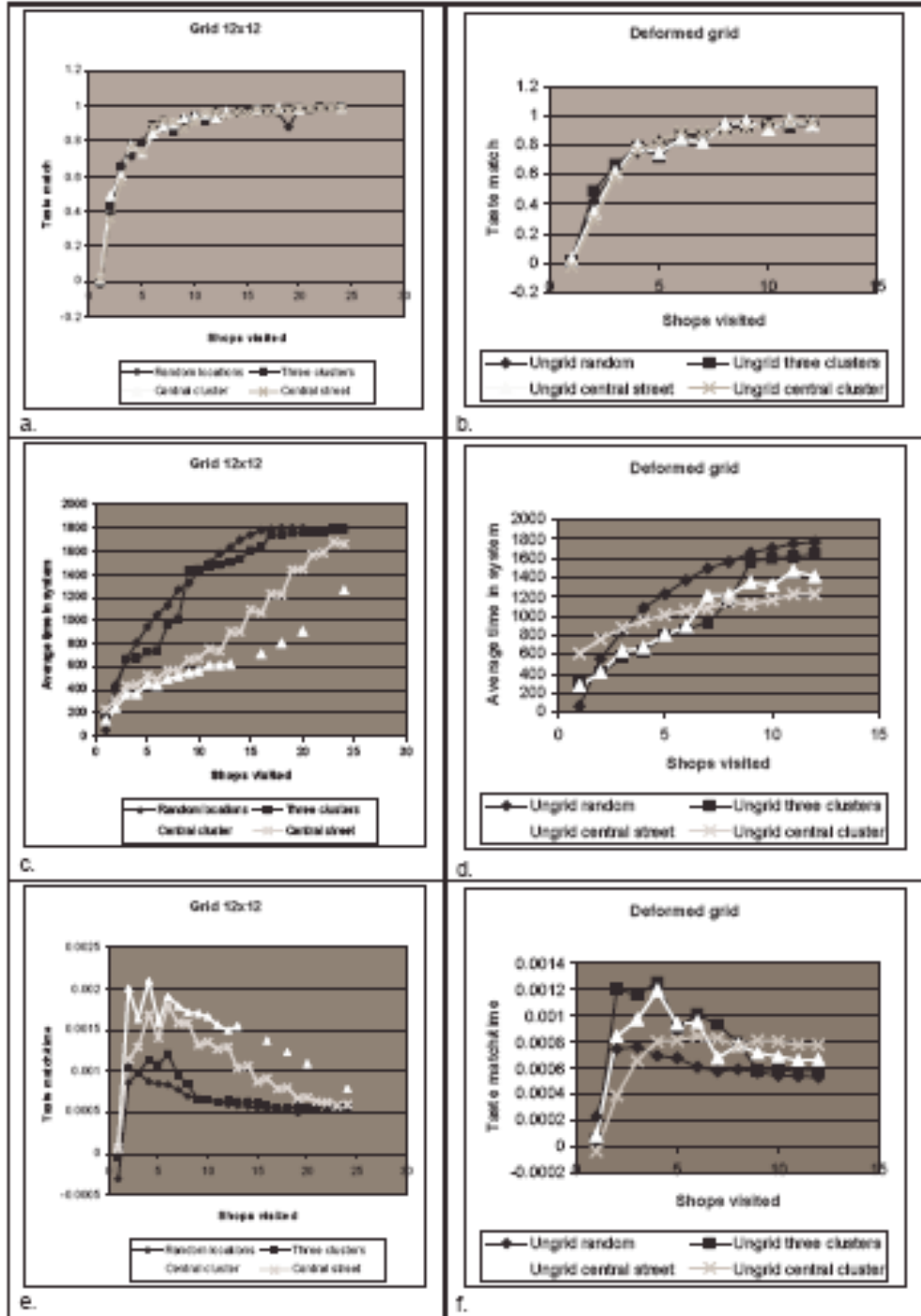
Şekil 5.40'taki rastgele yerleştirilen mağaza cepheleri incelendiğinde iki mağaza ile oniki mağaza arasındaki etmen hareket örüntülerinin çok farklı olmadığı görülmektedir. Gezilen mağaza sayısı artsa da yaklaşık aynı örüntü elde edilmektedir. Şekil 5.40'taki etmen hareketleri Şekil 5.38'deki etmen hareketleriyle karşılaştırılırsa etmenlerin en çok deformasyon sonucunda ortaya çıkan meydancıklarda toplandıkları görülmektedir.



Şekil 5.40 : Deforme Edilmiş Grid Üzerinde Rastgele Dağıtılmış Mağaza Cepheleri
(Penn ve Turner, 2003)

Penn ve Turner, etmenlerin amaçları (hunger) ile bu amaçlara ulaşabilmek için buldukları mağazaların (taste) uygun eşleşmelerini araştırmışlardır. Deneyler sonucunda ortaya çıkan veriler Şekil 5.41'de grafiksel olarak ifade edilmiştir. Şekil 5.41 a ve b, taste – hunger vektörlerinin durumlarını göstermektedir. Grafikte yatayda sağa doğru ilerleme, gezilen mağaza sayısının arttığını göstermektedir. Farklı mağazaları bulmak ve gezmek için etmenin harcadığı zaman ile ilgili sistemlerin performansında dikkat çekici bir fark vardır. Bununla ilgili veriler Şekil 5.41 c ve d'de görülmektedir. Normal ve deforme olan grid sistemlerinde rastgele ortaya çıkan cephelerden kaynaklanan yumuşak eğrisel grafik görülebilmektedir. Mağazaları bulmak için harcanan süre açısından genel olarak en zayıf performansın normal grid sisteminde ortaya çıktığı görülmektedir. Dokuz veya daha fazla mağaza gezildiği takdirde ikinci bir yapı kümesinin yerleştirilmesine ihtiyaç duyulduğu performans değişikliğinden anlaşılmaktadır. On yedi ve daha fazla mağaza gezildiğinde ise üçüncü bir yapı kümesine ihtiyaç duyulmaktadır. Merkez cadde sistemi, hem normal hem de deforme grid ortamında zaman içinde gezilen mağaza sayısının artmasına bağlı olarak doğrusal bir artış göstermektedir. Merkezi yapı grubu düzgün olan grid sistemi en hızlı aramayı sağlamaktadır ve grafikte S biçimli bir eğri ortaya çıkartmaktadır. Deforme gridde ise sonuç daha farklıdır. Merkezi yapı

grubu az sayıdaki mağaza aramada en uzun zamanı almaktadır. Daha büyük rakamlar için merkezi yapı grubu en kısa arama zamanını sağlamaktadır (Penn ve Turner, 2003).



Şekil 5.41 : Etmen Araştırma Performansına ait Grafikler (Penn ve Turner, 2003)

Bu sonuçlar, bir çok konuyu netleştirmektedir. Normal grid sisteminde tek bir merkezi yapı grubunu bulmak kolaydır ve bir kez bulunduktan sonra daha fazla sayıdaki mağazaları aramak oldukça etkin gerçekleşmektedir. Ancak, çevre deforme

olduğunda ortam genel olarak daha az görülebilmektedir. Tek bir merkezi yapı grubunu ilk etapta bulmak daha fazla zaman almaktadır. Ama, ilk mağaza bulunduktan sonra diğer mağazalar daha az güç ile bulunabilmektedir. Üç yapı grubu ve bir caddeden oluşan düzgün bir şekilde yerleştirilmiş sistemde ilk mağazanın bulunması kolaydır, sonrakileri bulmak da kolaylaştığı için güç harcanması azalmaktadır. Ancak, güzergahtaki mağaza sayısı arttıkça merkezi gruplaşma (central cluster) daha etkin bir araştırma imkanı sağlamaktadır. Şekil 5.41 e ve f grafikleri, gezilen mağaza sayıları arttıkça alışveriş için harcanan zaman açısından daha iyi bir hunger-taste uyumu ile ilgili sonuç göstermektedir. Bütün grafikler belirli bir yerde en yüksek noktaya ulaşmaktadır ve sonra daha yavaş bir şekilde düşüşe geçmektedir. Düzgün grid sisteminde tek bir merkezi gruplaşma en iyi sonucu vermektedir. Deforme gridde fazla mağazanın olması durumu dışında, çoklu gruplaşma ve doğrusal cadde olasılıkları en etkin sonucu göstermektedir.

Etkin sınır elemanları olarak veya kentsel sistem içine gömülen çekicilerin (attractors) etkisinin önemi anlaşılmıştır. Kentsel mekan için alışveriş anlamında insan aktivitesi asıl önemli olan noktadır. Hareket örüntüleri üzerindeki çekicinin etkisi sadece kendi komşuları ile ilgili değildir. Mekanların kendisi, bu mekanlara gelirken ve mekanlardan giderken kullanılan düzenlemeler ile de ilgilidir. Zaman içinde şehirler gelişmiştir. Şehirler, alışveriş merkezi alan kullanımları için birçok anahtar rol üstlenmektedir. İlk olarak göze çarpan, yapı grupları ve doğrusal cadde düzenidir. Merkezi alışveriş bölgesi birçok şehirde bir yapı grubu oluşturmaktadır. Ancak bu grup, onu çevreleyen daha küçük doğrusal alışveriş caddelerine bağlanır. Araştırma etkinliği doğrudan mekansal konfigürasyona bağlıyken bir yandan da etmenler arası bilginin akışına ve değişimine bağlıdır. Alışveriş alanı yerleşimleri önemli ölçüde geçiş ticaretine (passing trade) bağlıdır. Bina kompleksi içinde girişe veya merdivenlere bitişik olan mağazalar gibi mekansal olarak daha stratejik fonksiyonlar daha fazla kullanıcıyı çeker. Yapılı çevrenin sosyo-ekonomik fonksiyonları, kullanıcılar (actors) ve kullanılan alanlar (agencies) arasındaki etkileşimler şeklinde gözlemlenir (Penn ve Turner, 2003).

Space Syntax Laboratuvarı ve Sanal Gerçeklik Merkezi'nde yürütülen çalışmalar, çok etmenli benzetim yöntemleri ile mekan dizimi analizini birbirine bağlamaktadır. Böylece, yapılı çevredeki karar alma eyleminin özelliklerini araştıran deneysel yöntemlerin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Penn ve Turner'ın modelinde bir dizi deneyin ilk sonuçları anlatılmıştır. Bu deneyler mekansal düzenin, hizmetlerin yerleşimi ve belirli eşyalar için etmen popülasyonunun yaptığı araştırmayı kolaylaştıran "çekicilik" etkilerini araştırmıştır.

6. KULLANICI HAREKET ÖRÜNTÜLERİNİ TEMSİL EDEN BİR SİSTEM TASARIMI

Benzetim, tasarımcıların fikirlerini anlatabilmek ve geliştirebilmek, tasarımlarını ifade edebilmek için çok uzun yıllardır kullandıkları bir yöntemdir. Perspektif çizimleri, üç boyutlu fiziki modeller ve teknoloji ilerledikçe ortaya çıkan üç boyutlu bilgisayar modelleri tasarımdan üretim aşamasına kadar tasarımların benzetimlerinin oluşturulması için kullanılmıştır. Günümüzde ilerleyen teknoloji yardımı ile temsil kavramı da yeni bir boyut kazanmıştır. Tasarımların temsilleri için artık poligonals modelleme, raytracing, radiocity, sanal gerçeklik gibi teknikler kullanılmaktadır. Böylece, daha gerçekçi ve etkileyici görsel benzetimler elde edilebilmektedir (Saunders ve Gero, 2004).

Günümüzdeki teknolojik gelişmeler, tasarımcıların tasarımları ile ilgili analizler için karmaşık bilgi işleme modelleri kullanmasına imkan vermektedir. Yapay zeka konusundaki çalışmalar birçok alan için yeni olanaklar sağlamıştır. Mimarlıkta etmen-tabanlı benzetimler, hem bina ölçeğinde mimarlar tarafından hem de şehirselle ölçekte şehir plancıları tarafından tasarımların analiz edilmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Artık insan topluluklarının benzetimleri ile yangın, deprem vb. gibi çeşitli tehlike durumlarında yapı içindeki kullanıcıların hareketleri karşısında binanın performansı analiz edilebilmektedir. Bu şekilde yapılan bir çalışma ile bina henüz inşa edilmeden ortaya çıkabilecek sorunlar gözlemlenebilmekte ve sorunların çözümüne yönelik çalışmalar gerçekleştirilebilmektedir.

6.1. MallSim Modeli

Alışveriş merkezlerindeki kullanıcı hareketlerinin benzetimi için tez kapsamında geliştirilen bilgisayar modelinin adı MallSim'dir. MallSim programı, Windows, Macintosh ve Linux işletim sistemlerinde çalıştırılabilir. Program, Eclipse ortamında geliştirilmiş ve Java programlama dili ile yazılmıştır. Eclipse, açık kaynak kodlu uygulama geliştirme ortamıdır. Java veya C/C++ gibi programlama dillerini desteklemektedir. Eclipse, bir bilgisayar programının tasarım, geliştirme, test, dokümantasyon, paketleme ve dağıtım-kurulum (deployment) gibi yazılım geliştirme sürecinin bütün aşamalarına çözümler sunar. Etmen tabanlı ve nesneye dayalı bir sistemdir.

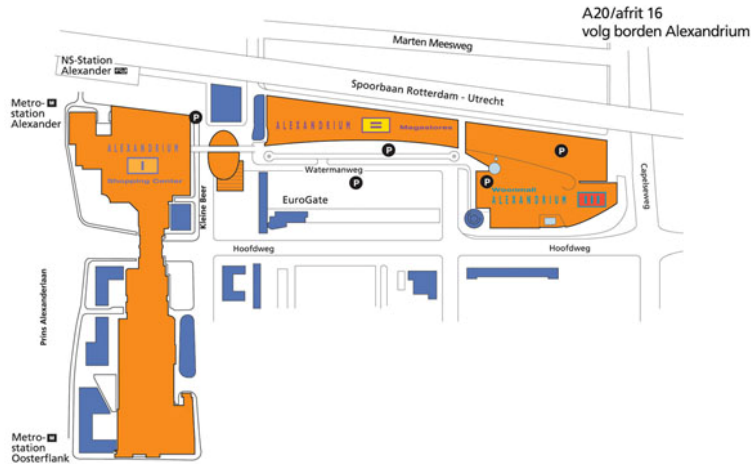
Etmenlere ait işlemler Apache Derby veritabanı sistemine kaydedilmektedir. Apache Derby, Java’da geliştirilmiş açık kaynak kodlu ilişkisel veritabanı (open source relational database) sistemidir. Az yer kapladığı ve Java üzerinde çalıştığı için modelin geliştirilmesinde tercih edilmiştir. Grid üzerindeki hücrelere ait bilgiler, yerleşim tipleri ve etmenlerin tüm özellikleri bu veritabanında saklanmaktadır. Program kullanıcıları, GUI (graphical user interface) üzerinden modele veri girişi yapmaktadırlar.

6.2. MallSim Kullanıcı Kitlesi ve Kullanım Alanı ile İlgili Genel Bilgiler

Tez kapsamında geliştirilen bilgisayar programının kullanıcı kitlesi mimarlar ve alışveriş merkezlerinin iç düzenlemesine ait tasarımları yapan özelleşmiş tasarım gruplarıdır. Genellikle mimarlar alışveriş merkezlerinin tasarımlarını yaparlarken mağazaların yerleşimleri ve mağaza içi düzenlemeleri yapmazlar. Bu konuda özelleşmiş ve sadece alışveriş merkezi iç düzenlemesi ile ilgilenen özel tasarım grupları bu çalışmaları yapmaktadır. Türkiye’de böyle bir sektör gelişmediği için iç düzenlemeleri yapan özelleşmiş gruplar yabancı ülkelerdendir.

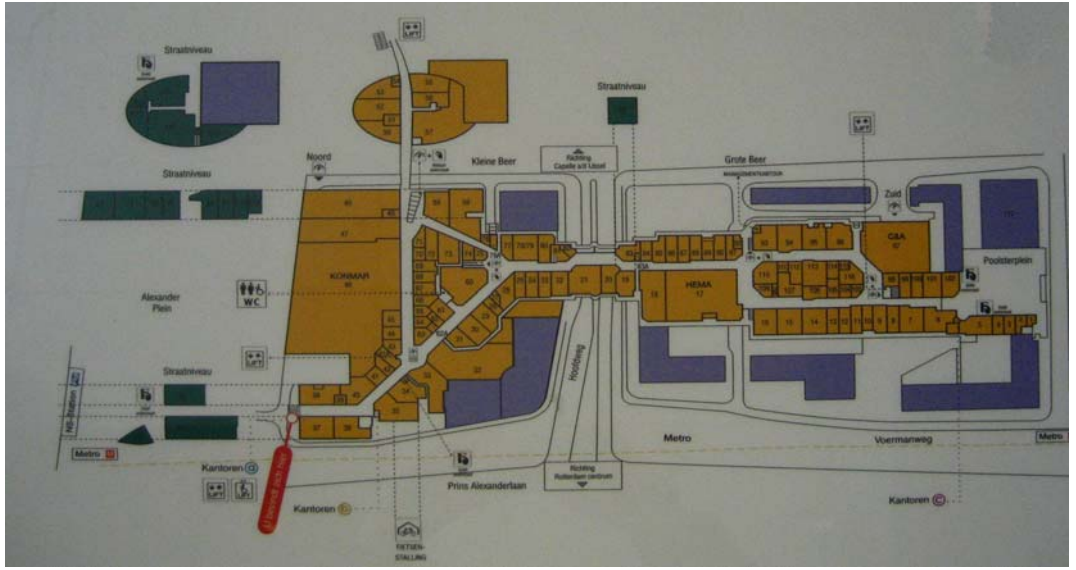
Alışveriş merkezi tasarımında uygulama projesine geçmeden ve tasarım kararlarının yeniden gözden geçirilerek düzenlemelerin yapılabileceği avan proje aşamasında bu programın kullanılması amaçlanmıştır. Program aracılığıyla gözlemlenen problemlere göre değişikliklerin yapılması son aşamalarda yapılacak değişikliklere göre daha kolay olacaktır.

Uygulamada örnek olarak Hollanda’nın Rotterdam şehrindeki “Alexandrium I-II-III” Alışveriş Merkezi kullanılmıştır (Şekil 6.1). Bu alışveriş merkezinin seçilme nedenleri: Rotterdam’ın, Hollanda’nın büyük ve merkezi şehirlerinden biri olması, alışveriş merkezinin tren ve metro istasyonuna yakınlığı nedeniyle bir referans noktası ve kullanıcıların sık tercih ettiği bir mekan olmasıdır.



Şekil 6.1 : Alexandrium I-II-III Alışveriş Merkezi Yerleşim Şeması

Öncelikle seçilen alışveriş merkezinde incelemeler yapılmıştır. Kullanıcıların en yoğun kullandıkları mekanlar, yollar ve nerelerde vakit geçirdikleri gözlemlenmiştir. Bu gözlemlerden elde edilen veriler geliştirilen bilgisayar programına aktarılmıştır. Alexandrium Alışveriş Merkezi üç bölümden oluşmaktadır. “Alexandrium I”, çeşitli kategorilerden genel kullanıcı kitlesine hitap eden, bilinen alışveriş merkezi konseptine sahiptir. “Alexandrium II”, büyük mağazacılık konseptine sahiptir. Mağazalar yan yana düzenlenmiş ve her biri açık otopark alanına ve yaya yoluna açılmaktadır. Ayrıca “Alexandrium II”, Alexandrium I ve III arasındaki bağlantı yolunu oluşturmaktadır. “Alexandrium III”, sadece mobilya ve dekorasyon ile ilgili mağazaların yer aldığı bölümdür (Şekil 6.2 ve 6.3).



Şekil 6.2 : Alexandrium I - Mağaza Yerleşim Şeması



Şekil 6.3 : Alexandrium I-II-III Alışveriş Merkezi'ne ait Fotoğraflar (Mayıs, 2007)

6.3. MallSim Programındaki Etmenlerin Temsili ve Etmenlerde Algılama

Günümüzde var olan benzetim sistemleri genellikle insanların çeşitli mekanlardaki davranışlarına ait yaya benzetimleri veya yangın, deprem, doğal afetler gibi acil durumlardaki insan hareketleri ile ilgilidir. Bu benzetimler, normal veya acil durumlarda insanların koridorlarda yürüme ve kapılardan geçme gibi hareketlerini belirli mekanlar içinde test edebilmek için geliştirilmektedir (Yan ve Kalay, 2006).

Bilgisayar programlarında canlı veya cansız nesnelerin davranışlarının benzetiminin yapılabilmesi ve sosyal sistemlerin karmaşıklık teorisinden (complexity theory) fikirlerle geliştirilebilmesi ile etmen tabanlı davranış benzetimleri artık daha fazla nesneye dayalı (object-oriented) gerçekleştirilebilmektedir (Yan ve Kalay, 2006). Bazı etmenler hareketlerine belirli hedefler verebilmekte ve görevlerini tamamlamaktadırlar. Alışveriş gibi durumlar buna örnek olarak gösterilebilir. Bazı modeller ise akışkan dinamiklerindeki (fluid dynamics), tanecik sistemlerindeki (particle systems) çeşitli örneklerden ve öz örgütlenme (self-organization) teorisinden türemektedir (Yan ve Kalay, 2006). Bütün modeller, yayaların birbirleriyle ve dolaştıkları ortam ile etkileşimini incelemektedir. Bu modellerin kullandığı genel kurallar, birbirlerine ve çevrelerindeki engellere çarpmadan ve en kısa yolu kullanarak yürümektir. Etmen tabanlı kullanıcı modelleri otonom modellerdir. Gerçekçi görünümü, hareketi ve bireylerin normal şartlar altında algılama kabiliyetlerinin benzetimini yapmaktadır (Yan ve Kalay, 2006).

Her etmen bir hücreyi kaplamaktadır ve ileriye doğru yürümek için beş yönden birini seçebilir. Bunlar kuzey, doğu, batı, kuzeydoğu ve kuzeybatıdır. Dönüş etmen için otomatik olarak hesaplanmaktadır. Her etmenin “hedef yön”ü vardır. Bu hedef yönü belleğinde tuttuğu için hedefine ulaşırken bir nedenle yürümeye başladıktan sonra dönmesi gerektiğinde, gerçek kullanıcılar gibi gitmek istediği yöne doğru gereken dönüşü yapmaktadır.

Etmenlerde algılama Yan ve Kalay’ın yaptıkları çalışmadan esinlenilerek dört bölümden oluşturulmuştur (Yan ve Kalay, 2006):

- Bilme (Knowing)
- Bulma (Finding)
- Görme (Seeing)
- Sayma (Counting)

“Görme” etmenlerin içinde bulundukları ortamı görmeleri, “bilme” genel anlamda nerede olduklarını bilmeleri, “bulma” hedeflerine giden yolları bulmaları ve “sayma” da belirli bir davranışın süresidir.

6.3.1. Bilme

Etmenlerin genel anlamda nerede olduklarını bilmeleri, ne yapmaları gerektiğine ve nasıl davranmaları gerektiğine karar vermelerinde yardımcı olmaktadır. Bu durum, alışveriş merkezinin devamlı bir kullanıcısının mekanı iyi tanınması, neyin nerde olduğunu bilmesi gibidir. Etmenler alışveriş merkezine tüm mağazaların, başlangıç ve bitiş noktalarının (girişler ve çıkışlar) nerede olduğunu bilerek girmektedir. Nerelerde yürüyebileceklerini, nerelerden geçemeyeceklerini bilmektedirler. Böylece bir mağazaya ulaşmak istediklerinde hedefe giden en kısa yolu kullanarak o mağazaya ulaşmaktadırlar. Ayrıca çevrelerindeki engelleri algılayabilmektedirler. Diğer etmenler veya sabit duran engellerin çevresinden dolaşarak hedeflerine ulaşmaya çalışmaktadırlar. Etmenler hedeflerine giden en kısa yolu seçerken A* algoritması denilen en kısa yol algoritmasını (shortest path algorithm – A star algorithm) kullanmaktadırlar.

6.3.2. Bulma

İnsanlar hedeflerine giden yolu bulurken dikkatli davranırlar çünkü yürümek yorucu bir eylemdir. Bu nedenle hedefleri görüş alanındaysa ona doğru en kısa yol ile ulaşmayı tercih ederler. Sadece belirli bir araç (bisiklet, araba, bebek arabası, engelli sandalyesi vb.) kullanan kişiler kestirme yolları kullanmayıp esas yolu kullanırlar (Gehl, 1987). Bu çalışmada kullanıcıların alışveriş merkezinin devamlı müşterileri oldukları kabul edilmiş ve mağazaların yerlerini bildikleri varsayılmıştır. Bu nedenle A* algoritması kullanılarak etmenler hedeflerine giden en kısa yolu hesaplamaktadırlar.

6.3.3. Görme

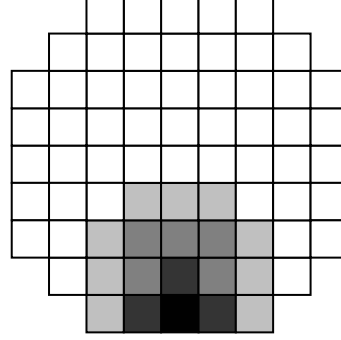
Bir etmen bir kere güzergahını belirledikten sonra o yol üzerinde ilerlemeye başlar. Yürüyüşü sırasında etmenin diğer etmenlere ve engellere çarpması gerekmektedir. Ayrıca bu engellerden ve diğer etmenlerden belirli bir mesafeyi (güvenli mesafe) koruması gerekmektedir (Şekil 6.4). Etmen güzergahı üzerinde başka bir etmenle karşılaşmadığı sürece güzergahını değiştirmez ve hedef yönüne doğru ilerlemeye devam eder. Her adımında etmen güvenli mesafesi ile ilgili sınırları kontrol eder, eğer bir sorunla karşılaşıyorsa güzergahında buna göre ayarlamalar yapar.

Kişilerin yürürken birbirleri arasında oluşturdukları sınırları Hall, şu şekilde tanımlamaktadır (Hall, 1966):

- Yakın mesafe: (15 – 45 cm)
- Kişisel mesafe: yakın alan (3.5 – 6 cm), uzak alan (6 – 10 cm)

- Sosyal mesafe: yakın alan (10 – 18 cm), uzak alan (18 – 30 cm)
- Kamusal alan: yakın alan (50 – 65 cm), uzak alan (65 cm ve üzeri)

Geliştirilen programda mesafeler ile ilgili kurallar Hall'un çalışması temel alınarak oluşturulmuştur (Hall, 1966). Şekil 6.4'te etmenlere ait kişisel alan, yakın sosyal mesafe, uzak sosyal mesafe ve kamusal alan ile ilgili alınan kararlar görülmektedir.



Şekil 6.4 : Güvenli Mesafe (etmen: siyah kare, kişisel alan: koyu gri kareler, yakın sosyal mesafe: açık gri kareler, uzak sosyal mesafe: en açık gri kareler, kamusal alan: en dıştaki beyaz kareler ile temsil edilmektedir)

6.3.4. Sayma

Belirli bir davranışın süresi olarak tanımlanabilecek “sayma” durumuna oturma eylemi veya bireyin sahip olduğu görevi tamamladıktan sonra bir sonraki yapacağı eyleme karar verme durumu örnek olarak verilebilir (Yan ve Kalay, 2006).

Geliştirilen programda, etmen hedef listesindeki mağazaları dolaşırken her mağazada ve alışveriş merkezinde toplam geçirmesi gereken belirli süre tanımlarına sahiptir. Bu nedenle devamlı olarak gereken süreyi doldurup doldurmadığını kontrol etmektedir. Eğer gereken süreleri doldurmadıysa mağazalarda dolaşmaya devam etmektedir. Ayrıca, etmenler mağazaların doluluk oranları ile ilgili de bir kontrol yapmaktadır. Eğer mağaza aşırı kalabalıksa o mağazada dolaşma görevini erteleyip bir sonraki hedefine yönelmektedir. Daha sonra tekrar dolu olan mağazaya dönüp doluluk oranını tekrar kontrol etmekte daha boş ise mağazaya girmektedir. Ancak mağaza hala dolu ise bu kontrol işlemini en fazla üç defa tekrar ettikten sonra o mağazayı hedef listesinden çıkartmaktadır.

Bu çalışmada, kullanıcıların davranışsal modellemesi için üç kaynak kullanılmıştır. Bu kaynaklardan birincisi literatür araştırmaları sonucunda elde edilen çevre-davranış çalışmaları, ikincisi alışveriş merkezlerinde yapılan incelemeler ve bu alanda yapılmış çalışmalardan alınan destek ile elde edilen kullanıcıların bu mekanlardaki davranış örüntülerini ve hareket güzergahlarını etkileyen faktörlerdir. Son kaynak ise yapay zeka araştırmalarıdır. Mekansal etkileşimlerin benzetimini

elde edebilmek ve davranış algoritmalarını oluşturmak için etmenlere ait kurallar ve sınırlamalar ortaya konulmuştur. Bu üç kaynak kullanılarak, kullanıcıların davranışlarını açıklayan hiyerarşik bir kurallar yapısı elde edilmiş ve sonuçta etmen-tabanlı bir yaklaşım üretilmiştir.

Bu çalışma bir fonksiyon ile özetlenmek istenirse şöyle tanımlanabilir:

$$İ = f (H, K, O)$$

İ: Etmenlerin bulunduğu ortam ve davranışları arasındaki temel ilişkiler.

H: Hedefler (en yüksek düzeyli amaçlardır, etmenler arası ilişkilerle bağlantılıdır).

K: Kurallar (sosyal ve kültürel faktörlerden yola çıkılarak oluşturulmuşlardır ve her etmen görevlerini yerine getirirken bunlara uymak zorundadır).

O: Ortam (etmenlerin içinde bulunduğu ve tasarım elemanları ile ilişkili yapıyı çevredir).

6.4. MallSim Programına ait Kurallar ve Sınırlamalar

Bu tez çalışmasında, kullanıcı hareketlerinin benzetimini gerçekleştiren bir sistemin oluşturulması amaçlanmıştır. İnsan kullanıcıların davranış şekilleri temel alınarak alışveriş merkezleri içindeki hareket örüntülerini gözlemlemek için bir bilgisayar programı geliştirilmesi kararlaştırılmıştır. Program kapsamında öncelikle etmenler için belirlenen kurallar ve sınırlamalar oluşturulmuştur.

6.4.1. Kurallar

Etmenler için uygulanan kurallar şunlardır:

- Her etmen alışveriş merkezi içindeki bir kullanıcıyı temsil etmektedir.
- Plan şeması hücrelere bölünmüştür. Her hücre boş veya doludur. Boş hücreler, etmenlerin dolaşabildikleri hücrelerdir. Dolu hücreler ise programın kullanıcısı tarafından özelleştirilmiş kullanım alanları (location types) olarak seçilen hücrelerdir.
- Etmenler kadın veya erkek olabilir.
- Her etmenin kullanıcı tarafından belirlenen bir alışveriş listesi yani güzergahı vardır.
- Alışveriş güzergahı olan etmenler ilgi alanları (cinsiyet, gelir düzeyi ve yaş grubu) ve alışveriş listelerine göre mağazaları dolaşmaktadır.

- Etmenler bulundukları ortam içinde bir adet hücreyi kaplamaktadır ve kuzey, doğu, batı, kuzeydoğu ve kuzeybatı olmak üzere beş yöne hareket edebilmektedirler.
- Etmen sayısı, programa kullanıcı tarafından girilmektedir.
- Ürünlere ait satış fiyatları, kullanıcıların gelir düzeyleri ve gelirin ürün gruplarına göre harcanma dağılımı temel alınarak tüketiciler çeşitli sınıflara ayrılmaktadır. Bu gruplama yöntemine dayanarak kullanıcılar gelir düzeylerine göre A, B, C1, C2, D ve E olarak altı sınıfa ayrılmışlardır. Bu sınıflamaya göre en üst gelir grubu ve bu gruba hitap eden mağazalar A sınıfı, en alt gelir grubu ve bu gruba hitap eden mağazalar da E olarak tanımlanmaktadır.
- Kullanıcılara ait yaş grupları 0-6, 7-15, 16-24, 25-40, 41-60, 61 ve üzeri olarak belirlenmiştir.
- Yaş grubu etmenlerin yürüme hızlarını da belirlemektedir. Buna göre, 7-15 ve 16-24 gruplarının hızlı, 25-40 grubunun normal, 41-60 ve 61 ve üzeri gruplarındaki kullanıcıların ise diğer gruplara göre daha yavaş yürüdüğü varsayılmıştır. Programda yaş grubu seçimine bağlı olarak etmenlerin yürüme hızları da yavaş, normal, hızlı olarak otomatik seçilmektedir.
- Etmenlerin çevrelerindeki engellere (duvar, vitrin, kapı, parapet vb.) ve birbirlerine çarpmalarını önlemek için güvenli mesafelerini korumaları gerekmektedir.
- Eğer bir mağaza %90 doluluk oranına sahipse etmen alışveriş listesindeki bir sonraki mağazaya yönelmektedir.

6.4.2. Sınırlamalar

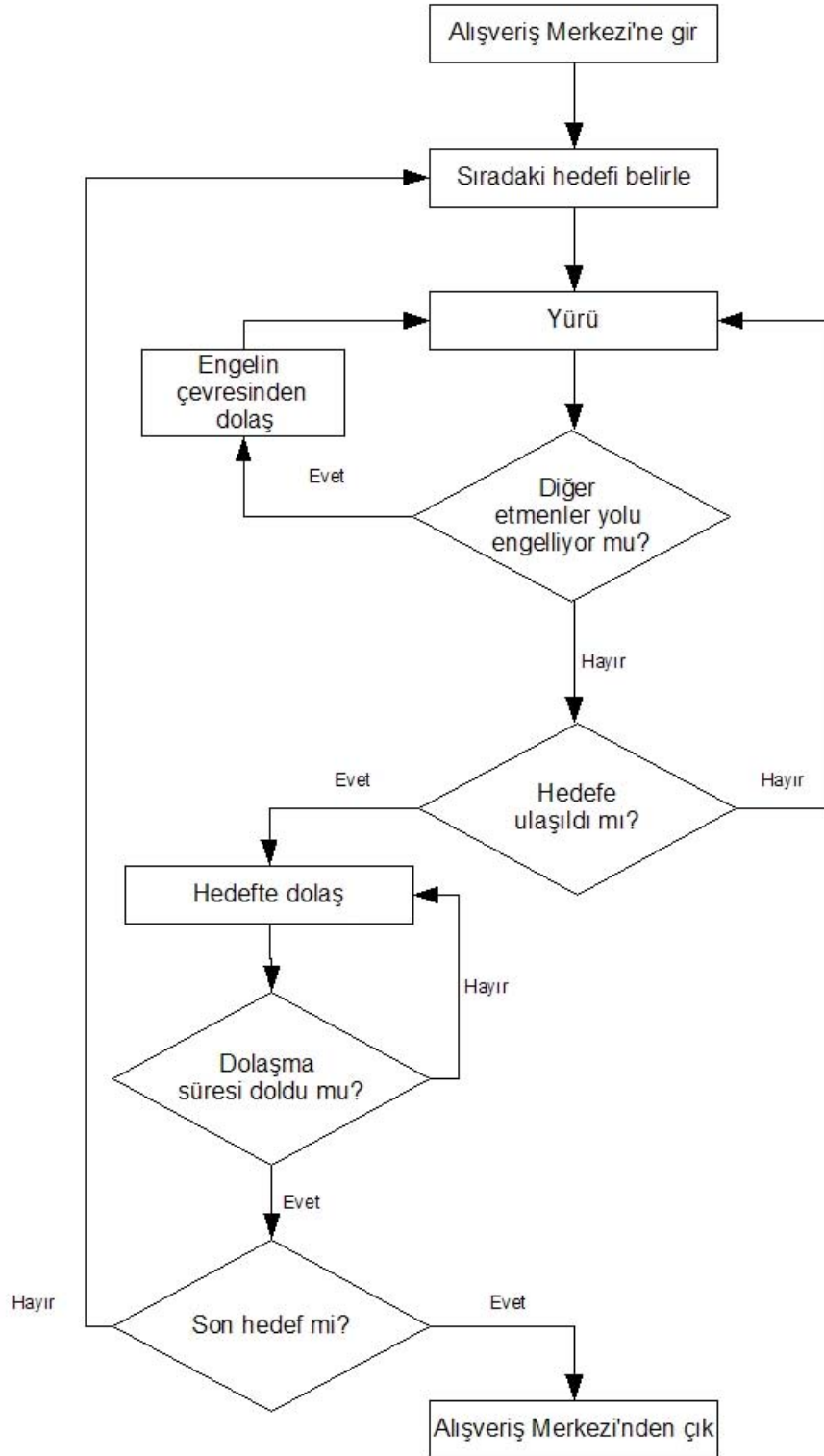
Etmenler için belirlenen sınırlamalar şunlardır:

- Program resim dosyası okumaktadır.
- Kullanıcı, resim dosyası üzerinden plandaki kullanım alanlarını (location types) işaretlemektedir.
- Kullanım alanları arayüz üzerinde farklı renkler ile temsil edilmektedir.
- Program, tek kat planı üzerinde çalışmaktadır. Bu nedenle, alışveriş merkezinin en yoğun kullanımı olan ve otoparktan giriş, yaya girişleri gibi kullanıcı yoğunluğunu en çok etkileyen faktörlerin yer aldığı giriş katı seçilmiştir.

- Program tek kat planında kullanılabildiği için yürüyen merdiven veya asansör gibi elemanlar duvar gibi kabul edilmektedir.
- Sadece koridorlardaki etmen hareketlerinin benzetimi gerçekleştirilmektedir. Mağazaların içindeki dolaşım kapsam dışı bırakılmıştır.
- Etmenler sadece yürümektedirler. Oturma, koşma gibi eylemler kapsam dışında tutulmuştur. Etmenler için “yürü” ve “dur” komutları seçilebilmektedir.
- Her etmenin alışveriş listesi düzenlenirken başlangıç noktası alışveriş merkezi girişi, çıkış noktası da alışveriş merkezi çıkışı olmalıdır. Giriş ve çıkışlar aynı kapıdan gerçekleşiyorsa, alışveriş listesinde aynı kapı başlangıç ve bitiş noktaları olarak seçilmelidir.
- Programda, Alexandrium Alışveriş Merkezi’nin en yoğun kullanıldığı hafta sonları 12:00 – 18:00 saatleri arasındaki kullanıcılar temsil edilmektedir.
- Etmenler alışveriş merkezine başlangıç ve bitiş noktaları, hedef mağazaların yerleri gibi tüm tasarım elemanlarının yerlerini bilerek girmektedirler. Program kullanıcısının belirlediği şekilde her hücrenin özelliğini bilerek dolaşmaktadırlar. Ayrıca, engelleri de anlayabilmektedirler böylece onlara çarpmadan dolaşmaya devam edebilmektedirler.
- Etmenler, hedeflerine giden en kısa yolu A* algoritması yardımı ile hesaplamaktadırlar.

6.5. MallSim Programının Akış Diyagramı

Etmenlerin güzergahlarının başlangıç noktası alışveriş merkezinin giriş kapısı, bitiş noktası da alışveriş merkezinin çıkış kapısı olarak kabul edilmiştir. Etmen girişten sonra sıradaki hedefini belirler ve oraya ulaşmak için yürümeye başlar. Yürürken eğer diğer etmenler veya çeşitli engeller yolunu kapatıyorsa engelin çevresinden dolaşarak hedef yönüne gitmeye devam eder. Hedefe ulaştığında hedefte dolaşmaya başlayıp mağazadaki önceden belirli olan dolaşma süresini doldurur. Eğer dolaşma süresi dolduysa hedefi terk eder ve sıradaki hedefine doğru yürür. Tüm listesini tamamladıktan sonra çıkış kapısına doğru yürümeye başlar ve çıkışa ulaştığında etmen sistemi terk eder (Şekil 6.5).



Şekil 6.5 : MallSim – Etmen Akış Diyagramı

6.6. MallSim Programındaki Aktörler, Sınıflar ve Kullanım Senaryoları

Bu konu başlığında, ilk olarak modeldeki aktörler anlatılmıştır. İkinci alt başlıkta sınıf diyagramları açıklanmış, üçüncü alt başlıkta da kullanım senaryolarına yer verilmiştir.

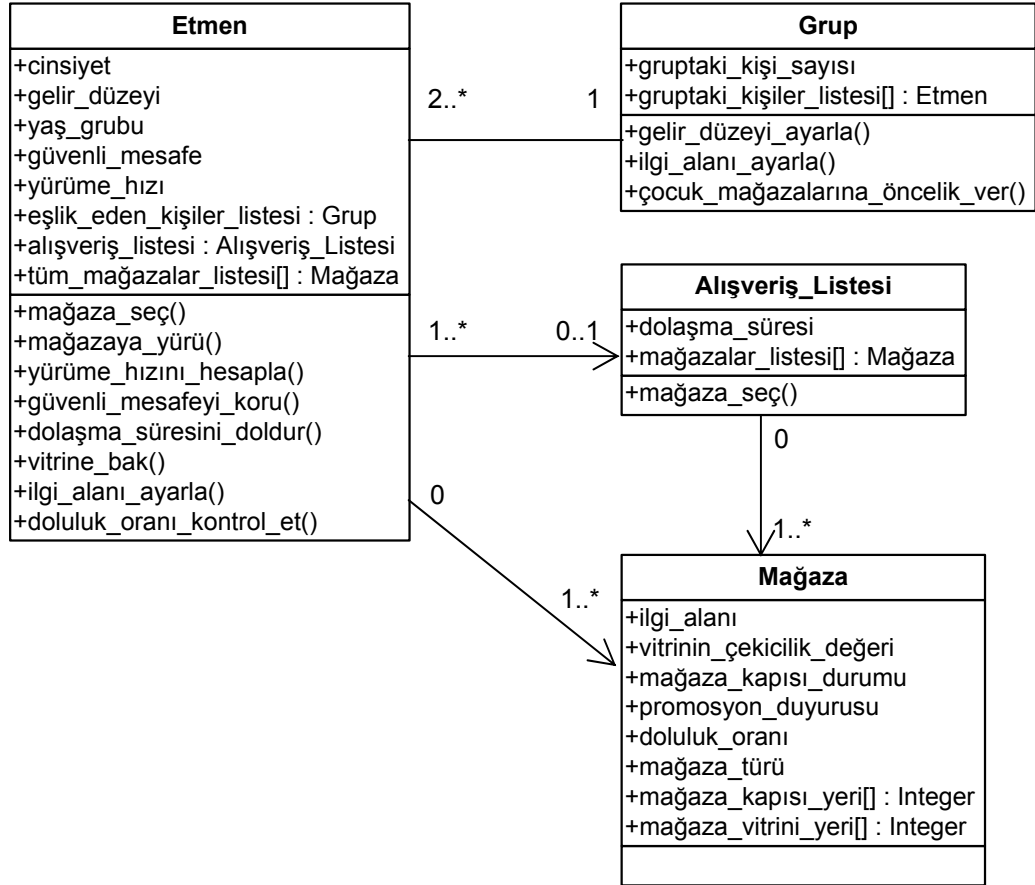
6.6.1. Aktörler

Çalışma kapsamında geliştirilen bilgisayar modelindeki aktörler (actors):

- Alışveriş listesi olan müşteriler,
- Alışveriş listesi olmayıp rastgele dolaşan müşteriler,
- Programı kullanan kişiler.

6.6.2. Sınıflar

Tez kapsamında geliştirilen bilgisayar modeli için hazırlanan sınıflar (classes) uygulama diyagramları değil kavramsal diyagramlardır. Çalışmanın şu anki düzeyiyle ilişkili olarak sadece ana sınıflar ve bu sınıflar arasındaki ilişkiler oluşturulmuş, alt sınıflar ve örnekler kapsam dışı bırakılmıştır (Şekil 6.6). Bu aşamada etmenlerin kadın, erkek veya çocukları temsil ettiği özelleştirilmiş bir model kullanılmamıştır. Bu nedenle sadece ortaklık ilişkileri (association relationship) incelenmiş, kalıtımsal ilişkiler (inheritance relationship) incelenmemiştir.



Şekil 6.6 : Sınıflar Arası İlişkiler

Etmen sınıfında cinsiyet, gelir düzeyi, yaş grubu, güvenli mesafe, yürüme hızı, eşlik eden kişiler listesi, alışveriş listesi ve tüm mağazalar listesine ait özellikler vardır. Etmen sınıfı ile Grup sınıfı, Alışveriş Listesi sınıfı ve Mağaza sınıfı arasında ortaklık ilişkisi vardır. Bir etmenin cinsiyeti kadın, erkek veya çocuk olabilir. Bilgisayar modelinin şu anki düzeyinde cinsiyet nedeniyle oluşan farklılıklar kapsam dışı tutulmuştur. Etmenlerin gelir düzeyleri müşteri gruplama sistemi çalışmalarına göre A (en yüksek), B, C1, C2, D ve E (en düşük) olmak üzere altı çeşittir. Etmenlere ait yaş grupları ise 0-6, 7-15, 16-24, 25-40, 41-60, 61 ve üzeri diye altı çeşittir. Güvenli mesafe ile ilgili bilgiler 6.5.4. Kullanım Senaryoları bölümünde açıklanmıştır. Eşlik eden kişiler listesinde, etmenin bireysel veya grup şeklinde dolaşmasıyla ilgili bilgi yer almaktadır. Alışveriş listesi, etmenin alışveriş listesi varsa Alışveriş_Listesi sınıfı ile bağlantıyı oluşturur. Tüm mağazalar listesi ise mağaza sınıfı ile bağlantıyı oluşturmaktadır. Bu modelde etmenler alışveriş merkezinin devamlı müşterileri kabul edildiği için tüm mağazaların yerlerini bilmektedirler. Etmen sınıfına ait işlemlerden biri mağaza seçimidir. Etmen, görüş alanına giren mağazalardan uygun olanını seçer. Uygunluk kriterleri; cinsiyet, gelir düzeyi, yaş grubu, yakın mesafede olması ve promosyon duyurusudur. Etmen, görüş alanına giren bir mağazayı seçtikten

sonra mağazaya yürüme işlemine geçer. Yürüme hızı etmenin yaş grubuna bağlıdır. 7-15, 16-24 gruplarının hızlı, 61 ve üzeri yaş grubunun ise yavaş yürüdüğü kabul edilmiştir. Yürürken güvenli mesafeyi koruması gerekmektedir. Mağazaya ulaştığında toplam dolaşma süresi doluncaya kadar mağazada kalır. Eğer etmen kadınsa veya rastgele dolaşıyorsa (alışveriş listesi olmayan etmenler) vitrinlere de bakar. Etmen, mağaza seçiminde mağazanın kendi ilgi alanına uygunluğunu kontrol eder. İlgi alanı cinsiyet, gelir düzeyi ve yaş grubu ile ilişkilidir. Mağazaya girmeden önce mağazanın doluluk oranını kontrol eder. Doluluk oranı ile ilgili bilgiler 6.5.4. Kullanım Senaryoları bölümünde daha detaylı açıklanmıştır (Şekil 6.7 a).

Mağaza sınıfı, bilgisayar modelindeki mağazaların özelliklerini içermektedir. Bu özellikler; ilgi alanı, vitrinin çekicilik değeri, mağaza kapısı durumu, promosyon duyurusu, doluluk oranı, mağaza türü, mağaza kapısı yeri ve mağaza vitrini yeridir. İlgi alanı daha önce de açıklandığı gibi cinsiyet, gelir düzeyi ve yaş grubuna bağlıdır. Vitrinin çekicilik değeri 1 ile 5 arasında bir sayıdır. Etmenler diğer özellikleri de sağlıyorsa bu değer yüksek olduğu mağazaları tercih edeceklerdir. Alışveriş merkezindeki kullanıcıların girecekleri mağazaları seçerken önem verdikleri başka bir özellik ise mağaza kapısıdır. Açık kapı, kapalı kapı ve kapısız giriş olmak üzere üç çeşit mağaza kapısı bilgisi mevcuttur. Kapının kapalı olması daha az kişinin o mağazayı tercih etmesine neden olur. En çok tercih edilen mağazalar ise kapısız girişi olanlardır. Ayrıca, müşteri gruplama sistemi çalışmalarına göre kapalı kapısı olan mağazaları A gelir düzeyindeki kullanıcılar seçmektedir. Kapı yoksa tüm gelir düzeyi grupları o mağazayı seçebilir. Mağaza sınıfında, indirim ve özel günler nedeniyle yapılan promosyonlara ait bilgi bulunmaktadır. Böylece etmenler insan kullanıcılar gibi hedeflerini tamamlamak için çalışırken bu tip mağazalara öncelik verecektir. Mağaza sınıfında doluluk oranı ile ilgili özellik de yer almaktadır. Mağaza türü özelliği kadın giyim, erkek giyim, çocuk giyim, süpermarket, mücevher - saat, dekorasyon, elektronik, spor, sağlık - kozmetik, banka, oyuncak, kitabeve ve diğer seçeneklerini içermektedir. Mağaza kapısının başlangıç (x,y) ve bitiş (x,y) koordinatları ile mağaza vitrininin/vitrinlerinin başlangıç (x,y) ve bitiş (x,y) koordinatları mağaza sınıfı içinde tanımlanmıştır. Bu koordinatlar, etmen mağazanın görüş alanına girip girmediğini kontrol ederken ve mağazalara yürürken yapılan hesaplamalarda kullanılmaktadır (Şekil 6.7 b).

Etmen
+cinsiyet +gelir_düzeyi +yaş_grubu +güvenli_mesafe +yürüme_hızı +eşlik eden_kişiler_listesi : Grup +alışveriş_listesi : Alışveriş_Listesi +tüm_mağazalar_listesi[] : Mağaza
+mağaza_seç() +mağazaya_yürü() +yürüme_hızını_hesapla() +güvenli_mesafeyi_koru() +dolaşma_süresini_doldur() +vitrine_bak() +ilgi_alanı_ayarla() +doluluk_oranı_kontrol_et()

(a)

Mağaza
+ilgi_alanı +vitrinin_çekicilik_değeri +mağaza_kapısı_durumu +promosyon_duyurusu +doluluk_oranı +mağaza_türü +mağaza_kapısı_yeri[] : Integer +mağaza_vitrini_yeri[] : Integer

(b)

Şekil 6.7 : “Etmen” ve “Mağaza” Sınıfları

“Grup”, en az iki etmenden oluşur. Grup sınıfı ile Etmen sınıfı arasında ortaklık ilişkisi vardır. Grup sınıfında, gruptaki kişi sayısı ve gruptaki kişiler listesi olmak üzere iki özellik tanımlanmıştır. Gruptaki kişilerin ortak gelir düzeyi grubunda olmaları kabul edilmiştir. Etmenin diğer özellikleri bir sınırlama getirmez. Gruptaki etmenler ortak gelir düzeyinde oldukları için bilgisayar modeli programı kullanan kişinin gruptaki kişilere ait bilgileri girerken farklı bir tercih yapmasına izin vermeyecektir. Aynı şekilde gruptaki kişilerde ortak ilgi alanlarına öncelik verilecektir. İlgi alanı; cinsiyet, gelir düzeyi ve yaş grubu bilgilerini içermektedir. Kişilerin alışveriş listesi olsa da olmasa da önce ortak hedefler tamamlanacaktır. Grupta çocuk varsa onunla ilgili mağazalar önce dolaşılacaktır (Şekil 6.8 a).

Alışveriş Listesi sınıfının özellik bölümünde toplam dolaşma süresi ve mağazalar listesi mevcuttur. Alışveriş Listesi sınıfı ile Mağaza sınıfı arasında ortaklık ilişkisi vardır. Toplam dolaşma süresinin hesaplanması ile ilgili bilgiler 6.5.4. Kullanım Senaryoları bölümünde açıklanmıştır. Mağaza seç işleminde mağaza tipine göre seçim yapılır. Bu işlem, alışveriş listesi olan etmenlerin mağazaları daha kolay seçmesine yardımcı olmaktadır. Mağaza türleri kadın giyim, erkek giyim, çocuk giyim, süpermarket, mücevher - saat, dekorasyon, elektronik, spor, sağlık - kozmetik, banka, oyuncak, kitabeve ve diğer seçenekleri arasından seçilir. (Şekil 6.8 b).

Grup
+gruptaki_kişi_sayısı
+gruptaki_kişiler_listesi[] : Etmen
+gelir_düzeyi_ayarla()
+ilgi_alanı_ayarla()
+çocuk_mağazalarına_öncelik_ver()

(a)

Alışveriş_Listesi
+dolaşma_süresi
+mağazalar_listesi[] : Mağaza
+mağaza_seç()

(b)

Şekil 6.8 : “Grup” ve “Alışveriş Listesi” Sınıfları

6.6.3. Kullanım Senaryoları

Bu bölümde, kullanım senaryoları açıklanmıştır. Program kapsamında “Kullanım Senaryosu A”, “Kullanım Senaryosu B”, “Kullanım Senaryosu C”, “Kullanım Senaryosu D”, “Kullanım Senaryosu E” ve “Kullanım Senaryosu F” olmak üzere toplam yedi kullanım senaryosu oluşturulmuştur. Daha sonra “alışveriş listesi olan etmenler”, “rastgele dolaşan etmenler” ve “programın kullanıcıları” için kullanım senaryoları listelenmiştir. Kullanıcıların alışveriş merkezini bildikleri, mağazaların yerleşimi hakkında fikir sahibi oldukları kabul edilmiştir.

Kullanım Senaryosu A: En kısa yol

Kare sayısı en az olan yolu kullan.

Eğer yolda fazla engel varsa, 2. kare sayısı en az olan yolu kullan.

Hala yolda fazla engel varsa, 3. kare sayısı en az olan yolu kullan.

Yolların hepsi kalabalıksa, yol ve kalabalıklık durumları ile ilgili değerlendirme yapıp en yakındakini tercih et.

Kullanım Senaryosu B: Güvenli mesafe

Güvenli mesafe:

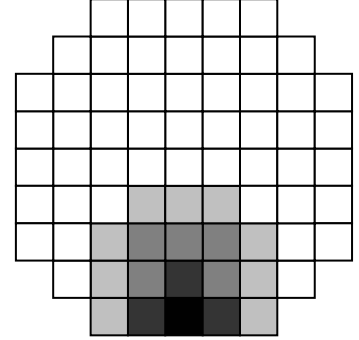
etmen: siyah kare

kişisel alan: koyu gri kareler

yakın sosyal mesafe: açık gri kareler

uzak sosyal mesafe: en açık gri kareler

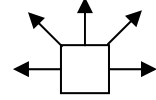
kamusal alan: en dıştaki beyaz kareler



Yürürken engellere çarpmamak için boş olan yöne doğru yönel.

Hedef Yön'ünü aklında tut.

Hedef Yön = Hedef mağaza



İleriye doğru yürümek için beş seçenekten birini seç:

Beş seçenekten en uygununu seçerken boş olan yönü tercih et.

Mağaza vitrini, duvar, korkuluk, boşluk, merdiven gibi alanlardan güvenli mesafeyi koru (bir kare boşluk bırakıp yürü).

Kullanım Senaryosu C*: Toplam dolaşma süresi

Toplam dolaşma süresi: [alışveriş listesindeki mağaza sayısı (n) x dolaşma süresi (t)]

Dolaşma süresi (t): 30 dakika

“Dolaşma süresi $\leq$ Etmenin mağazada geçirdiği süre” ise sıradaki mağazaya yönel.

“Dolaşma süresi $>$ Etmenin mağazada geçirdiği süre” ise mağazada dolaşmaya devam et.

* Rastgele dolaşan etmenler: Toplam dolaşma süresini (alışveriş listesinden bağımsız olarak) program kullanıcısı belirler. Etmenlerin bir mağazada dolaşma süresi (t): 20 dakika'dır.

Kullanım Senaryosu D: Gelir düzeyi

Gelir Düzeyi*: Upper-upper (A)

Upper-lower (B)

Middle-upper (C1)

Middle-lower (C2)

Lower (D)

Lower-lower (E)

* Etmenlerin gelir düzeylerini program kullanıcısı seçmektedir. Program, mağazalara rastgele gelir düzeyi atamaktadır.

Kullanım Senaryosu F: Çıkış kapısına doğru yürü

- En kısa yolu tercih et:

Kullanım Senaryosu A

- Yürürken diğer kullanıcılarla arandaki güvenli mesafeyi koru:

Kullanım Senaryosu B

Kullanım Senaryosu G: Vitrinlere bak

- Bayanlar vitrinlere daha çok bakar.
- Gelir düzeyine uygun olmasa da bak.
- Eğer girmek istersen gelir düzeyine uygun olanı seç.

Kullanım Senaryosu E: Bir mağazadan diğerine doğru yürü

- 170 derecelik görüş alanına giren bir mağazayı seç:
- Özel durumu olan mağazalara (indirim, promosyon vb.) öncelik ver.
- Gelir düzeyine uygun olan mağazayı seç:

Kullanım Senaryosu D

Eğer birden çok gelir düzeyine uygun mağaza varsa, en yakındakini seç:

Kullanım Senaryosu A

- Yaş grubuna uygun olan mağazayı seç:

Eğer birden çok yaş grubuna uygun mağaza varsa, en yakındakini seç:

Kullanım Senaryosu A

- İlgi alanına (cinsiyet vb.) uygun olan mağazayı seç:

İlgi alanı cinsiyetle orantılıdır.

Eğer birden çok ilgi alanına uygun mağaza varsa, en yakındakini seç:

Kullanım Senaryosu A

- Yürürken diğer kullanıcılarla aradaki güvenli mesafeyi koru:

Kullanım Senaryosu B

- Alışveriş listesindeki her mağazaya giderken mağazanın doluluk oranını kontrol et:

* Gideceğin mağazanın doluluk oranı % 90 ve üzeri ise o mağazayı atla ve alışveriş listesindeki sıradaki mağazaya yönel:

* Sıradaki mağazada dolaşma süreni tamamladıktan sonra doluluk oranı yüksek olan mağazayı tekrar dene.

* Eğer hala dolu ise sıradaki hedefine git.

* Bu işlemi 3 defa tekrar et.

* Hala dolu ise o mağazaya uğrama.

- Yanında çocuk varsa ona hitap eden mağazalara öncelik ver ve alışveriş listeni tamamla:

Kullanım Senaryosu A

ve

Kullanım Senaryosu B

- Yan yana dolaşan insanlar hep aynı gelir düzeyi grubundan olmalıdır.
- Yan yana dolaşan insanlarda ortak ilgi alanlarına (cinsiyet vb.) öncelik ver.
- Mağazadaki dolaşma süreni doldur:

Kullanım Senaryosu C

ALİŞVERİŞ MERKEZİNİ BİLEN ve ALİŞVERİŞ LİSTESİ OLAN ETMENLER için
KULLANIM SENARYOLARI:

1. Bir mağazadan diğerine doğru yürü (Başlangıç noktası “Giriş” ve alışveriş listesi var):

Kullanım Senaryosu E

2. Bir mağazadan diğerine doğru yürü (Alışveriş listesi var):

Kullanım Senaryosu E

3. Çıkış kapısına doğru yürü (Alışveriş listesini tamamladıktan sonra):

Kullanım Senaryosu F

ALİŞVERİŞ MERKEZİNİ BİLEN ve RASTGELE DOLAŞAN ETMENLER için
KULLANIM SENARYOLARI:

1. Bir mağazadan diğerine doğru yürü (Başlangıç noktası “Giriş” ve alışveriş listesi yok):

Kullanım Senaryosu E

Kullanım Senaryosu C*

2. Vitrine bak:

Kullanım Senaryosu: Vitrinlere bak

3. Bir mağazadan diğerine doğru yürü (Alışveriş listesi yok):

Kullanım Senaryosu E

Kullanım Senaryosu C*

4. Çıkış kapısına doğru yürü (Toplam dolaşma süren dolduktan sonra):

Kullanım Senaryosu F

PROGRAMIN KULLANICILARI için KULLANIM SENARYOLARI:

1. Alışveriş merkezi planındaki yerleşim düzenini, programın çalışma prensiplerine göre düzenle (location type bölümünden gerekli özellikleri seç).
2. Etmen sayısına karar ver.

- Etmenlerin kaç tanesi rastgele dolaşacak, kaç tanesinin alışveriş listesi olacak, karar ver.
3. Alışveriş listesi olacak etmenler için yaş grubunu seç.
 4. Alışveriş listesi olacak etmenler için cinsiyet seç.
 5. Alışveriş listesi olacak etmenler için gelir düzeyini seç.
 6. Alışveriş listesi olacak etmenlerin alışveriş listelerini hazırla.
 - Alışveriş listesini giriş kapısından başlayıp çıkış kapısında bitecek şekilde düzenle.
 7. Rastgele dolaşan etmenler için yaş grubu seç.
 8. Rastgele dolaşan etmenler için cinsiyet seç.
 9. Rastgele dolaşan etmenler için gelir düzeyini seç.
 10. Rastgele dolaşan etmenlerin alışveriş merkezindeki toplam dolaşma süresini seç.

6.7. MallSim Programının Gelişim Aşamaları

Bu alt başlık altında tez çalışması kapsamında geliştirilen bilgisayar programının özellikleri ve gelecekte programa eklenmesi planlanan konular belirtilmiştir.

6.7.1. Yapılanlar

Geliştirilen programın şu an sahip olduğu özellikler şunlardır:

- Hedefi olan etmenler vardır.
- Program resim dosyası okumaktadır.
- Etmenler tek çeşittir.
- Etmenlerin güzergahları programın içinden değiştirilebilmektedir.
- Etmenler sadece yürüme eylemini gerçekleştirmektedir.
- Sadece koridorlardaki etmen hareketlerinin benzetimi gerçekleştirilmektedir.
- Kullanıcı, resim dosyası üzerinden plandaki kullanım alanlarını (location types) işaretlemektedir.
- Program, tek kat planı üzerinde çalışmaktadır.
- Programda, alışveriş merkezinin en yoğun olarak kullanıldığı hafta sonları 12:00 – 18:00 saatleri arasındaki kullanıcılar temsil edilmektedir.

- Etmenler, hedeflerine giden en kısa yolu A* algoritması yardımı ile hesaplamaktadırlar. Etmenler alışveriş merkezine başlangıç ve bitiş noktaları, hedef mağazaların yerleri gibi tüm tasarım elemanlarının yerlerini bilerek girmektedirler. Etmenler, kullanıcının belirlediği şekilde, her hücrenin özelliğini bilerek dolaşmaktadırlar.

6.7.2. Gelecekte Yapılacaklar

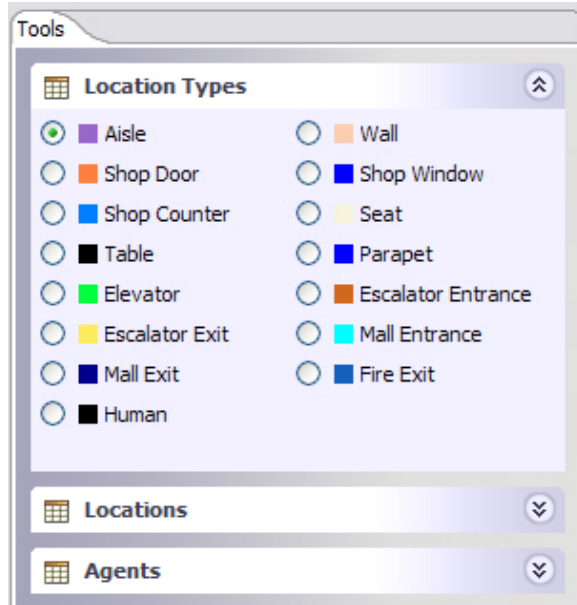
Gelecekte programa eklenmesi planlanan özellikler şunlardır:

- AutoCAD dosyalarının kullanılabilmesi,
- Rastgele dolaşan etmenlerin eklenmesi (alışveriş listesi olmayan etmenler),
- Etmenlerin insan kullanıcılara benzerliğinin arttırılabilmesi için 170°'lik bakış açısı verilmesi ve etmenlerin galerilerden alt ve üst kotları da görebilmesi,
- Etmenlerin yaş gruplarına göre hızlarının farklılaştırılması,
- Etmen sayısının arttırılması,
- Kalabalıktan uzak durma veya kalabalığın olduğu yöne yönelme isteği,
- Etmenlerin gerçek kullanıcı gibi hafızalarının olması (daha önceki deneyimlerin hatırlanması),
- Etmenlerin yürümenin yanı sıra oturma eylemini de gerçekleştirebilmesi,
- Mağazaların içindeki kullanıcı hareketleri,
- Programın birden çok kat planı ile ilişkili olarak çalıştırılabilmesi,
- Alışveriş merkezindeki farklı gün ve saatlerdeki kullanım yoğunluğunun incelenmesi (kullanıcı - zaman grafiği),
- Sonuçların mekan sözdizimi (space syntax) yöntemi kullanılarak analiz edilebilmesi,
- Etkileşimli arayüz (architect friendly interface - program çalıştırılırken planda geçen zamanlı değişikliklerin yapılabilmesi ve yapılan değişikliklere bağlı olarak etmenlerin mekan içindeki dolaşımları ile ilgili gerçek zamanlı sonuçların gözlemlenmesi.

6.8. MallSim Programının Uygulanması

MallSim programının kullanıcı arayüzünde “Location Types”, “Locations” ve “Agents” olmak üzere üç ana bölüm bulunmaktadır. Bu bölümlerde yapılan tercihlere göre ana ekrandaki çizimi temsil eden resim üzerinde işlemlerin sonuçları izlenmektedir.

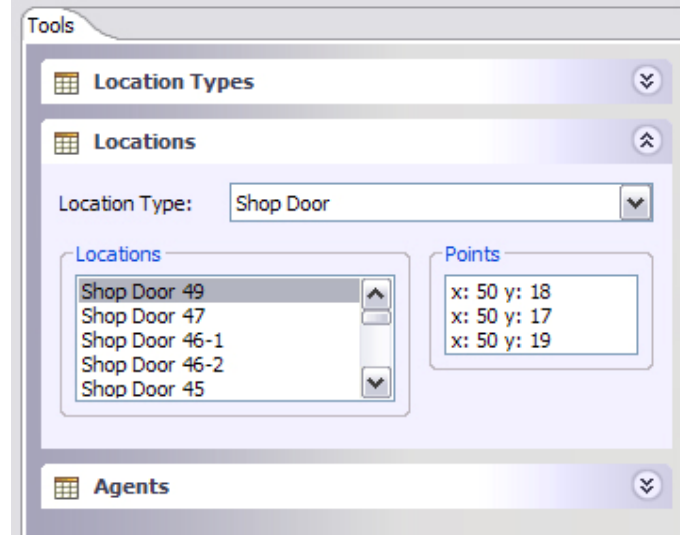
Programa alışveriş merkezi çizimine ait resim dosyası aktarıldıktan sonra resim otomatik olarak gride bölünür. “Location Type” olarak tanımlanan yerleşim tipi, grid sistemdeki her hücrenin özelliğini temsil etmektedir. Etmenlerin alışveriş merkezindeki hareketlerini belirlediği için bu özelliğe ait tanımlamaların yapılması önemlidir. Her yerleşim tipi grid sistemde farklı bir renk ile temsil edilmektedir. Program kullanıcısı, grid üzerinde “Location Types” bölümünden mimari çizimdeki özelliklere uygun olarak gerekli işaretlemeleri yapar. Örneğin, çizimde mağaza vitrinini ifade eden bölgeler menüden “shop window” seçilerek resim üzerinde bu özelliğe karşılık gelen her kare işaretlenir. Eğer alışveriş merkezinin giriş kapısı/kapıları veya çıkış kapısı/kapıları işaretlenecek ise sırasıyla “mall entrance” veya “mall exit” seçilir. Yerleşim tiplerinden “aisle” seçilen hücre rengini ve özelliğini silmek, hücreyi nötr hale getirmek için kullanılmaktadır. Menüdeki yerleşim tipini temsil eden renkler isteğe göre değiştirilebilmektedir (Şekil 6.9).



Şekil 6.9 : “Location Types” Menüsü

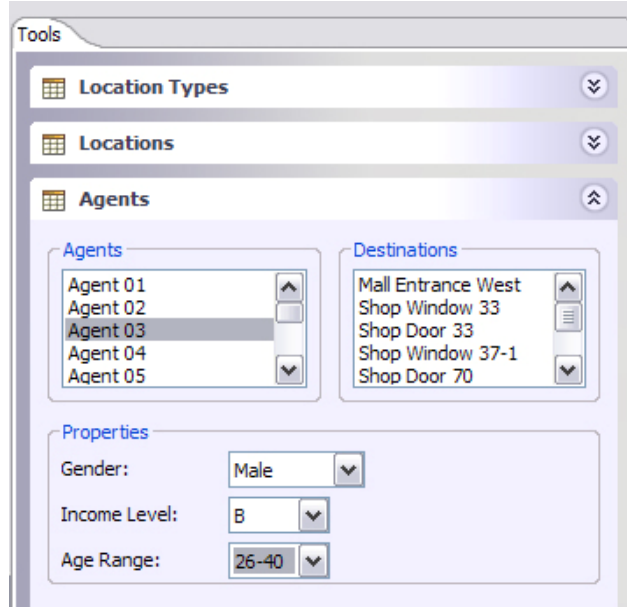
“Locations” bölümünde seçilen yerleşim birimlerinin listesi ve koordinatları görülmektedir. Örneğin, kullanıcı “shop door” seçerse sol altta yer alan “Locations” bölümünde tüm mağaza kapıları listelenir. “Points” bölümünde ise seçili durumdaki mağaza kapısının koordinatları gözükmemektedir. Program kullanıcısı isterse bu

bölümden her yerleşimin (locations) koordinatını/koordinatlarını veya yerleşim tipini kendisi girebilir (Şekil 6.10).



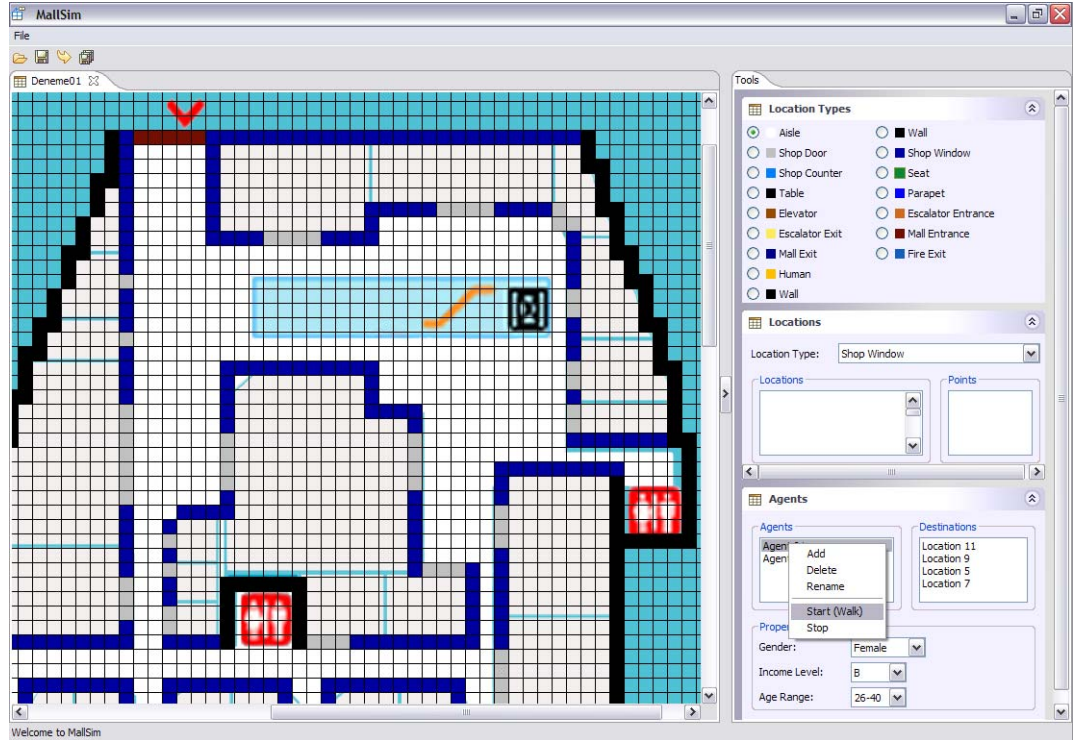
Şekil 6.10 : “Locations” Menüsü

“Agents” bölümünde etmenlere ait özellikler belirlenir. “Agents” alt başlığından programda kullanılacak etmenler kullanıcı tarafından girilir. Sağa tıklandığında açılan menüden “add” seçilirse, programa yeni bir etmen eklenecektir. Etmenler eklendikten sonra sağa tıklandığında açılan menüden “walk” seçilirse, etmen yürümeye başlayacaktır. “Destinations” alt başlığından her etmene ait alışveriş listesi “add” menü seçeneği ile kullanıcı tarafından programa girilir. İstenilirse, alışveriş listesindeki mağazaların sıralaması da menüden değiştirilebilir. Bu şekilde, her etmenin güzergahı belirlenir. Bu listeler alışveriş merkezi girişi ile başlayıp çıkışı ile bitmelidir. Alt bölümde yer alan “gender”, “income level” ve “age range” bölümlerinden program kullanıcısı tarafından her etmene ait sırasıyla cinsiyet (kadın, erkek), gelir düzeyi (A, B, C1, C2, D, E) ve yaş grubu (0-6, 7-15, 16-24, 25-40, 41-60, 61 ve üzeri) seçilir (Şekil 6.11). Bu özellikler programın altyapısı oluşturulurken planlanmıştır ve bundan sonraki versiyonda program arayüzündeki seçimler sonuçları etkileyecektir.

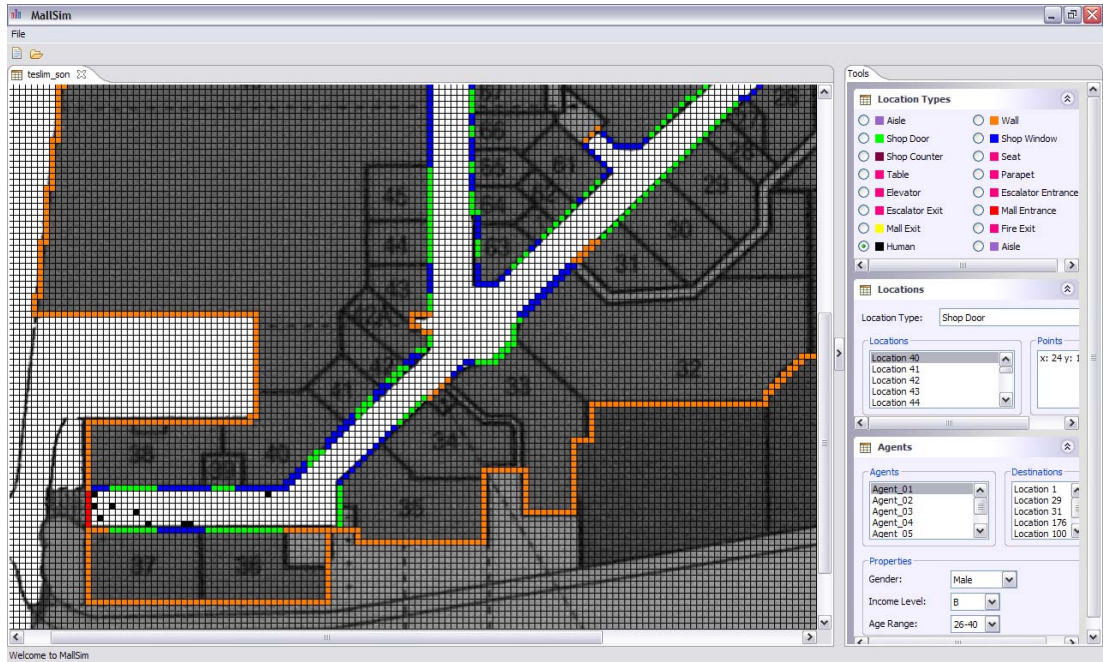


Şekil 6.11 : “Agents” Menüsü

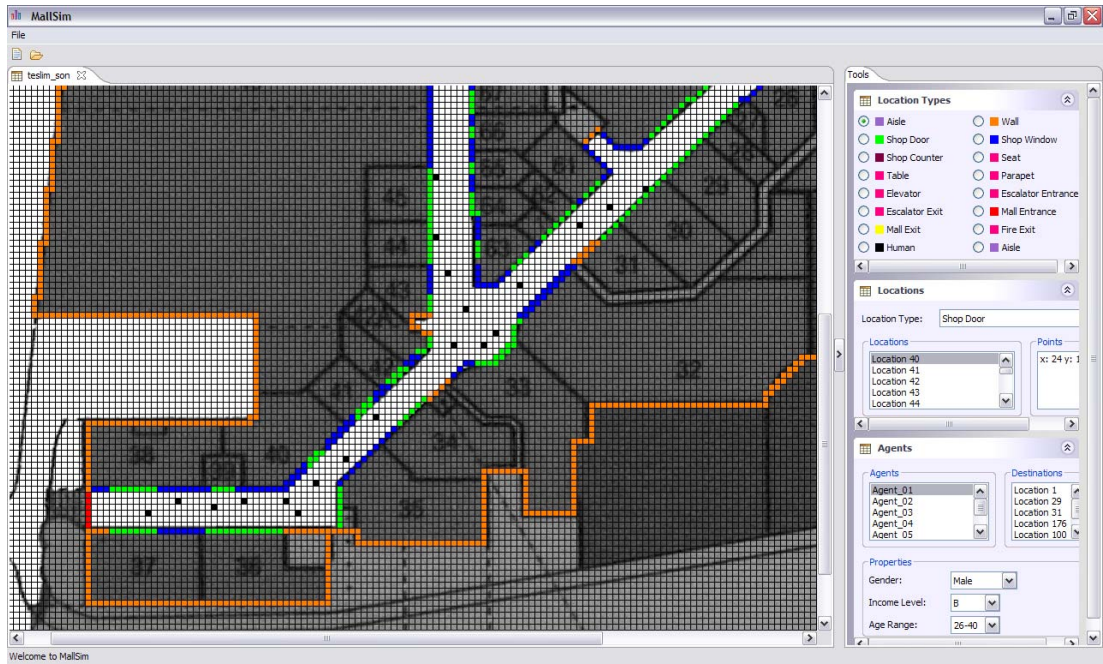
Şekil 6.12’de, MallSim programının kullanıcı arayüzü görülmektedir. Ekranın sağ bölümünde yukarıda anlatılan menüler yer almaktadır. Sol bölüm ise resmin bulunduğu ana penceredir.



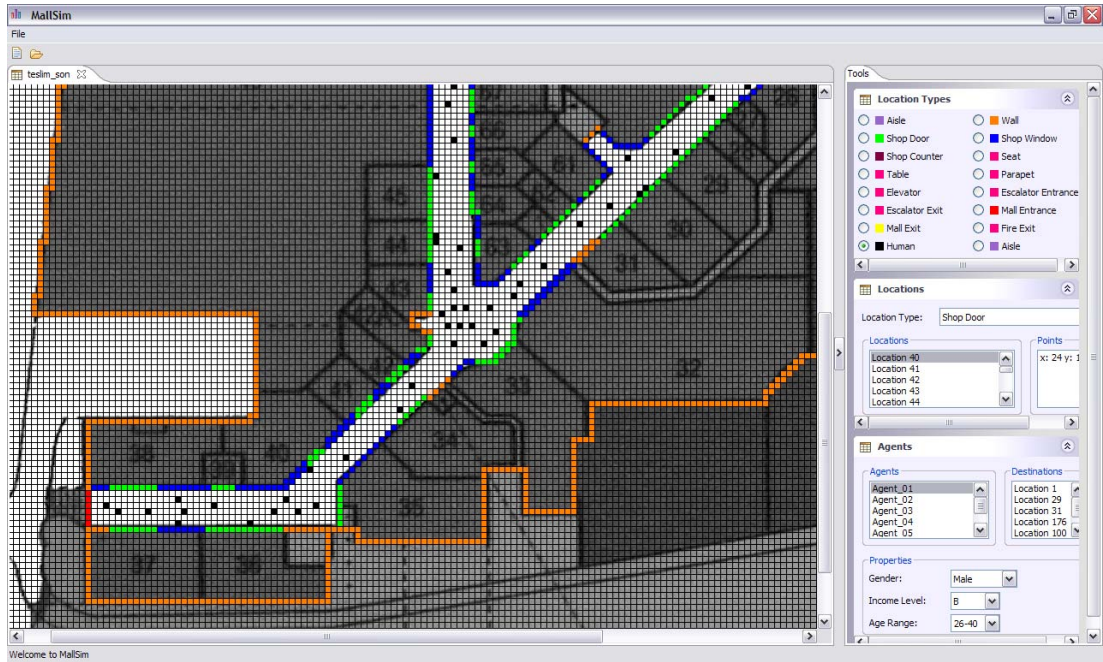
Şekil 6.12 : MallSim Kullanıcı Arayüzü



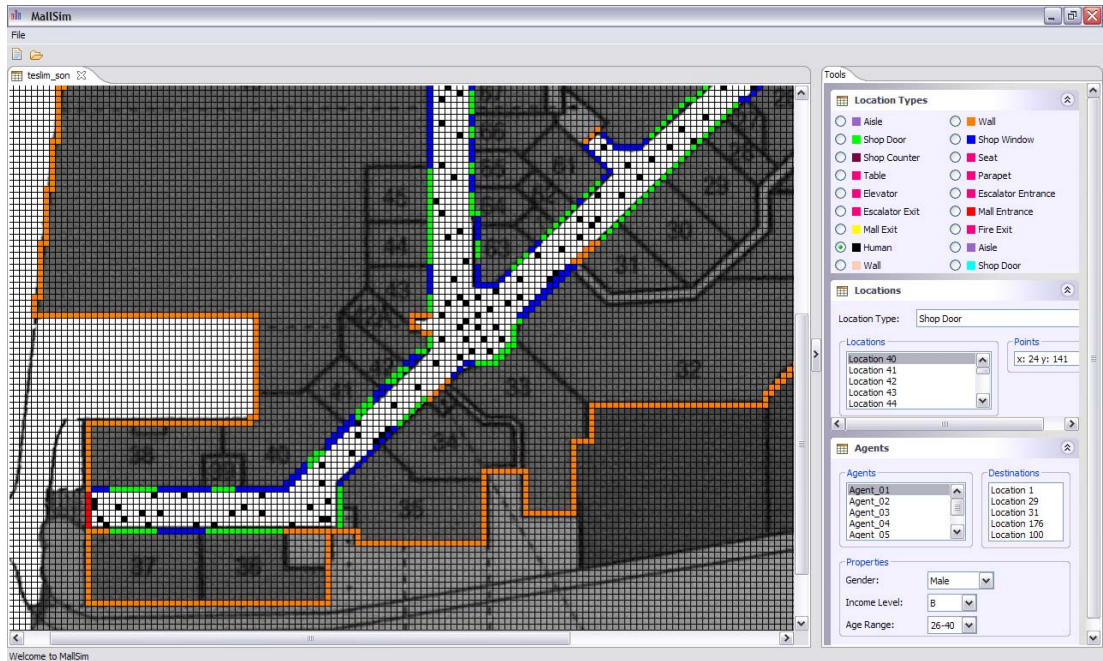
Şekil 6.13 : MallSim Ekran Görüntüsü - 1



Şekil 6.14 : MallSim Ekran Görüntüsü – 2



Şekil 6.15 : MallSim Ekran Görüntüsü – 3



Şekil 6.16 : MallSim Ekran Görüntüsü – 4

Şekil 6.13'te alışveriş merkezinin koridorlarında yürümeye başlayan etmenler görülmektedir. Etmenler tek tiptir ve siyah renk ile temsil edilmiştir. Yukarıda, Şekil 6.13 ile Şekil 6.16 arasında MallSim programı çalıştırılırken çeşitli aralıklarla kaydedilmiş ekran görüntüleri yer almaktadır.

7. SONUÇLAR

Etmen-tabanlı sistemler, mimari tasarım alanında problem çözümünde karar vermek amacıyla karar destek sistemleri olarak kullanılmaktadır. Yapıların tasarım sürecinde kullanıcı hareketlerinin göz ardı edilmesi nedeniyle yapım sonrası kullanım aşamasında, çeşitli afet durumlarında ve hatta günlük kullanım sırasında kullanıcılar çeşitli problemlerle karşılaşmakta, sonuç olarak yapılar tasarlandıkları amaçlara hizmet etmekte yetersiz kalmaktadırlar. Alışveriş merkezi tasarımında, kullanıcılar ve mağazaların yerleşimi açısından ortaya çıkan problemler tasarım aşamasında değerlendirilip gerekli düzeltmeler yapılabilirse kullanıcıların ihtiyaçlarına cevap verebilen mekanlar ortaya çıkabilecektir. Bu nedenlerden dolayı, çalışmada alışveriş merkezi tasarımında kullanıcı hareketlerinin benzetimini gerçekleştiren bir modelin üretilmesi amaçlanmış ve araştırmadan elde edilen verilerin alışveriş merkezleri gibi çok kullanıcıli mekanlardaki tasarım problemlerinin erken aşamalarda çözülmesine yardımcı olabileceği düşünülmüştür.

Bu araştırma kapsamında geliştirilen bilgisayar modeli ile alışveriş merkezlerindeki kullanıcıların etmenler aracılığıyla temsil edildiği sanal bir ortamda ve belirli koşullar altında, kullanıcı ile mekan düzenlemesi arasındaki ilişkilerin incelenmesi amaçlanmıştır. Kullanıcıların sosyo-ekonomik yapıları, yaş grupları ve mekan içerisindeki kullanıcı sayısı gibi değişkenlerin hareket örüntülerine etkileri incelenmiştir. Modelde temsil edilen etmenlerin alışveriş hedeflerine ulaşmak için kullandıkları güzergahlar gözlemlenebilmektedir. Bilgisayar modelinin gelecekte daha fazla geliştirilmesiyle kullanıcıların hareket örüntüleri ile tasarımı yapılan mekan arasındaki uyumun sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilebilecektir. Elde edilen sonuçlardan yararlanarak kullanıcılara daha uygun bir düzenleme ile hizmet verebilen alışveriş merkezi tasarımları yapabilmek ve yapının kullanım aşamasından önce tasarım aşamasında test edilebilmesi sayesinde ortaya çıkan problemlerin hızlı ve doğru bir şekilde çözümlenmesi sağlanacaktır.

MallSim bilgisayar modeli hala gelişim aşamasındadır. Modelin geliştirilip çok sayıda etmenle çalıştırılabilir hale getirilmesi ile alışveriş merkezi planındaki yüksek/düşük kullanım oranına sahip alanlar görülebilecektir. Böylece, zayıf noktalar (düşük kullanım oranı olan alanlar) ve zengin noktalar (yüksek kullanım oranı olan alanlar), kullanıcıların hareketlerini kısıtlayan problemlerli noktalar ve yüksek kullanıcı hareketine cevap veremeyecek noktalar belirlenebilecek ve yapım aşamasından

önce gereken değişiklikler gerçekleştirilebilecektir. Günümüzde, alışveriş merkezlerinin büyük bir bölümü bu tip ön çalışmalar yapılmadan inşa edildiği için kullanıcılar tehlike durumlarında hatta normal günlerde bile çeşitli problemlerle karşılaşmaktadırlar. Bazı mağazalar kötü planlama nedeniyle ortalama kullanıcı oranına ulaşamamaktadır veya alışveriş merkezlerinin bazı bölümleri yüksek kullanıcı oranına cevap verememektedir. Bu model, tasarımcılara daha etkili iç mekan organizasyonları yapmalarında yardımcı olabilecektir.

Gelecekte MallSim programında öncelikle AutoCAD dosyalarının kullanılabilmesi ve programın birden çok kat planı ile ilişkili olarak çalıştırılabilmesi ile bilgisayar modelinin kullanımının kolaylaştırılması hedeflenmektedir. Rastgele dolaşan (alışveriş listesi olmayan) etmenlerin eklenmesi, insan kullanıcılara benzerliğinin artırılabilmesi için etmenlere 170°'lik bakış açısı verilmesi, etmenlerin galerilerden alt ve üst kotları da görebilmesi, yaş gruplarına göre etmenlerin yürüme hızlarının farklılaştırılması ile programın gerçeğe yakınlığı arttırılacaktır. Etmen sayısının artırılmasından sonra, kalabalıktan uzak durma veya kalabalığın olduğu yöne yönelme isteği eklenecektir. Etmenlerin gerçek kullanıcılar gibi daha önceki deneyimlerini hatırlamaları sağlanarak alışveriş merkezine ilk defa giren ve devamlı müşteriler arasındaki kullanım farklılıkları incelenebilecektir. Alışveriş merkezinin cafe, yemek yeme, dinlenme alanları gibi farklı mekanlarının tanımlı hale getirilmesi ile etmenler yürümenin yanı sıra oturma eylemini de gerçekleştirebileceklerdir. Programın mevcut versiyonunda kapsam dışında bırakılan mağaza içindeki kullanıcı hareketleri de gelecekte modele eklenecektir. Alışveriş merkezindeki farklı gün ve saatlerdeki kullanım yoğunluğunun incelenmesi ile kullanıcı - zaman grafiğinin oluşturulması ve elde edilen sonuçların mekan sözdizimi (space syntax) yöntemi kullanılarak analiz edilebilmesi MallSim programının gelecekteki temel hedeflerinden biridir. Etkileşimli arayüz (architect friendly interface) aracılığı ile program çalıştırılırken planda geçen zamanlı değişikliklerin yapılabilmesi ve yapılan değişikliklere bağlı olarak etmenlerin mekan içindeki dolaşımları ile ilgili gerçek zamanlı sonuçların gözlemlenmesi de hedeflenmektedir.

Böyle bir çalışma, yoğun yaya trafiğinin olduğu havaalanları, tren istasyonları, toplu taşıma yolları ve kültür merkezleri (sinemalar, tiyatrolar, müzeler) gibi tüm kamusal alanlar için uygulanabilir. Bu çalışma, kullanıcı - mekan ilişkisine ait dinamiklerin ortaya çıkartılması ile hem mimari tasarım eğitimi alan öğrencilere hem de uygulama alanında çalışmalar gerçekleştiren mimarlara yapım aşamasından önce alışveriş merkezlerinin tasarım problemlerini gözlemleyip çözüme yardımcı olacaktır. Bu araştırmanın, tasarımcılara binaların kullanıcılarını düşünüp onların ihtiyaçlarına cevap veren tasarımlar gerçekleştirmelerinde yardımcı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Boden, M. A.**, 1992: Saunders, R. and Gero, J.S., 2001b. The digital clockwork muse: A computational model of aesthetic evolution, *AISB'01*, University of York, York, UK, p. 12-21'den alınmıştır.
- Boden, M. A.**, 2004. *The Creative Mind: Myths and Mechanisms*, second edition, Routledge, London.
- Boggs, W. and Boggs, M.**, 1999. *Mastering UML with Rational Rose*, Sybex, CA, U.S.A.
- Brazier, F.M.T. and Wijngaards, N.J.E.**, 2002. Designing creativity, In: *Proceedings of the Learning and Creativity in Design workshop at AID'02*, (http://www.iids.org/publications/AID2002_CREA.pdf, Mart 2006).
- Brazier, F.M.T. and Wijngaards, N.J.E.**, 2001. Designing self-modifying agents, in Gero, J.S. and Maher, M.L. (eds), *Proceedings of Computational and Cognitive Models of Creative Design V, the fifth international roundtable conference*, Sydney: Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney, December 2001, p. 93-112.
- Castelfranchi, C.**, 1995. Guarantees for autonomy in cognitive agent architecture, in M. Wooldridge and N. R. Jennings (eds), *Intelligent Agents: Theories, Architectures, and Languages (LNAI Volume 890)*, Springer-Verlag, Heidelberg, Germany, p. 56–70.
- Conte, R. and Castelfranchi, C.**, 1993. Simulative understanding of norm functionalities in social groups, in *Simulating Societies-93: Pre-proceedings of the 1993 International Symposium on Approaches to Simulating Social Phenomena and Social Processes*, Certosa di Pontignano, Siena ,Italy.
- Csikszentmihalyi, M.**, 1996. *Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention*, Harper Perennial, New York.
- Çağdaş, G.**, 2004. Bilgi Tabanlı Mimari Tasarım Dersi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimari Tasarımda Bilişim Yüksek Lisans Programı, Ders Notları.

- d’Inverno, M. and Luck, M.**, 2004. Understanding Agent Systems, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
- Durfee, E. H.**, 1988. Coordination of Distributed Problem Solvers, Kluwer Academic, Boston, MA.
- Durfee, E. H.**, 1996. Planning in distributed artificial intelligence, in G. M. P. O’Hare and N. R. Jennings (eds.), Foundations of Distributed Artificial Intelligence, John Wiley and Sons, Chichester, p. 231-245.
- Durfee, E. H. and Lesser, V. R.**, 1987. Using partial global plans to coordinate distributed problem solvers, in *Proceedings of the 10th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-87)*, Milan, Italy, p. 875-883.
- Durkin, J.**, 1994. Expert Systems: Design and Development, Macmillan, New York.
- Galliers, J. R.**, 1988. A Theoretical Framework for Computer Models of Cooperative Dialogue, Acknowledging Multi-Agent Conflict, PhD Thesis, Open University, UK.
- Gasser, L., Braganza, C. and Herman, N.**, 1987a. Implementing distributed AI systems using MACE, in *Proceedings of the 3rd IEEE Conference on AI Applications*, p. 315-320.
- Gasser, L., Braganza, C. and Herman, N.**, 1987b. MACE: a flexible testbed for distributed AI research, in M. Huhns (ed.), Distributed Artificial Intelligence, Pittman, London and Morgan Kaufmann, San Mateo, CA, p. 119-152.
- Gehl, J.**, 1987. Life between buildings: using public space, New York: Van Nostrand Reinhold.
- Genesereth, M. R., Ginsberg, M. and Rosenschein, J. S.**, 1986. Cooperation without communication, in *Proceedings of the 5th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-86)*, Philadelphia, PA, p. 51-57.
- Genesereth, M. R. and Ketchpel, S. P.**, 1994. Software agents, Communications of the ACM, **37**(7), p. 48–53.
- Hall, E.T.**, 1966. Hidden Dimension, New York, Doubleday.
- Helbing, D. ve Molnàr, P.**, 1995: Saunders, R. and Gero, J.S., 2004. Situated design simulations using curious agents, *AIEDAM* **18**(2), p. 153-161.’den alınmıştır.

- Hillier, B.**, 1998. A note on the intuiting of form: three issues in the theory of design, *Environment and Planning B: Planning and Design Anniversary Issue*, p. 37-40.
- Jacobson, I., Christerson, M., Jonsson, P., Övergaard, G.**, 1992. *Object-Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach*, ACM Press, Addison-Wesley, New York.
- Janca, P. C. and Gilbert, D.**, 1998. Practical design of intelligent agent systems, in N. R. Jennings and M. J. Wooldridge (eds), *Agent Technology: Foundations, Applications, and Markets*, Springer-Verlag, New York, p. 73-89.
- Jennings, N. R.**, 1995. Controlling cooperative problem solving in industrial multi-agent systems using joint intentions, *Artificial Intelligence*, **75**(2), p. 195-240.
- Jennings, N. R., ve diğerleri**, 1996. Using ARCHON to develop real-world DAI applications for electricity transportation management and particle acceleration control, *IEEE Expert*, **11**(6), p. 60-88.
- Jennings, N. R. and Wooldridge, M. J.**, 1998. Applications of intelligent agents, in N. R. Jennings and M. J. Wooldridge (eds), *Agent Technology: Foundations, Applications, and Markets*, Springer-Verlag, New York, p. 3-28.
- Kahvecioğlu, H.L.**, 1998. Mimarlıkta İmaj: Mekansal İmajın Oluşumu ve Yapısı Üzerine Bir Model, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kohonen, T.**, 1995. *Self-Organizing Maps*, Springer, Berlin.
- Lang**, 1977: Özen, A., 2006. Mimari sanal gerçeklik ortamlarında algı psikolojisi, *Akademik Bilişim'06 ve Bilgi Teknolojileri Kongresi*, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye, 9-11 Şubat'tan alınmıştır.
- Lawson**, 1997: Brazier, F.M.T. and Wijngaards, N.J.E., 2001. Designing self-modifying agents, in Gero, J.S. and Maher, M.L. (eds), *Proceedings of Computational and Cognitive Models of Creative Design V, the fifth international roundtable conference*, Sydney: Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney, December 2001, p. 93-112'den alınmıştır.

- Levesque, H. J., Cohen, P. R. And Nunes, J. H. T.,** 1990. On acting together, in *Proceedings of the 8th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-90)*, Boston, MA, p. 94-99.
- Lewis, D.,** 1969. *Convention – a Philosophical Study*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Liew, P. and Gero, J.S.,** 2003. Operational characteristics of a constructive memory system for design agents, in *Digital Design: Research and Practice*, M-L. Chiu, J-Y. Tsou, T. Kvan, M. Morozumi and T-S. Jeng (eds), Kluwer, p.137-147.
- Lynch, K.,** 1960. *The Image of the City*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Norberg-Schulz, C.,** 1971. *Existence, Space & Architecture*, Studio Vista, London.
- Nwana, H. S.,** 1996. Software Agents: An Overview in *Knowledge Engineering Review*, Vol. **11**, No 3, September 1996, Cambridge University Press, p. 1-40.
- Özen, A.,** 2006. Mimari sanal gerçeklik ortamlarında algı psikolojisi, *Akademik Bilişim'06 ve Bilgi Teknolojileri Kongresi*, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye, 9-11 Şubat.
- Penn, A. and Turner, A.,** 2003. Space layout affects search efficiency for agents with vision, in *Proceedings of the 4th International Symposium on Space Syntax*, University College London, London, 9.1-9.16.
- Penn, A. and Turner, A.,** 2002. Space syntax based agent models, in Schreckenberg, M. and Sharma, S. (eds.), *Pedestrian and Evacuation Dynamics*, Germany, Springer-Verlag, Heidelberg, p. 99–114.
- Reynolds, C.W.,** 1987: Saunders, R. and Gero, J.S., 2004. Situated design simulations using curious agents, *AIEDAM* **18**(2), p. 153-161.'den alınmıştır.
- Rosenman, M. A. and J. S. Gero.,** 1993. Creativity in design using a design prototype approach, in J. S. Gero and M. L. Maher (eds), *Modeling Creativity and Knowledge-Based Creative Design*, Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum, p. 119-148.
- Rosenschein, J. S. and Genesereth, M. R.,** 1985. Deals among rational agents, in *Proceedings of the Ninth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-85)*, Los Angeles, p. 91–99.

- Russell, S.J. and Norvig, P.**,1995. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Prentice Hall International Editions, U.S.A.
- Saunders, R. and Gero, J.S.**, 2004. Curious agents and situated design evaluations, *AIEDAM* **18**(2), Cambridge University Press, U.S. A., p. 153-161.
- Saunders, R. and Gero, J.S.**, 2001a. Designing for interest and novelty: Motivating design agents, in B de Vries, J van Leeuwen and H Achten (eds), *CAADFutures 2001*, Kluwer, Dordrecht, p. 725-738.
- Saunders, R. and Gero, J.S.**, 2001b. The digital clockwork muse: A computational model of aesthetic evolution, *AISB'01*, University of York, York, UK, p. 12-21.
- Schalkoff, R. J.**, 1990. *Artificial Intelligence: An Engineering Approach*, McGraw-Hill, New York.
- Sen, S.**, 1996. Working Notes of the *1996 AAAI Symposium on Adaptation*, (ed.) Coevolution and Learning in Multiagent Systems. Menlo Park, Calif.: American Association for Artificial Intelligence.
- Sosa, R. and Gero, J.S.**, 2002. Cellular automata models of creative design situations", in J.S. Gero and F. Brazier (eds), *Agents in Design 2002*, Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney, Australia, p. 165-180.
- Sycara, K.**, 1998. Multiagent Systems, *AI Magazine*, American Association for Artificial Intelligence, Summer 1998, p. 79-92.
- Turing, A. M.**, 1950. Computing Machinery and Intelligence, *Mind*, Vol. Lix. No. 236, October, p. 433-460.
- Turner, A.**, 2002. Ecomorphic dialogues, in Soddu, C. (ed.), *Proceedings of Generative Art 2002*, Politecnico di Milano, Milan, Italy, p. 38.1–38.8.
- Turner, A.**, 2001. Depthmap: A Program to Perform Visibility Graph Analysis, *Proceedings 3rd International Symposium on Space Syntax*, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, p. 31.1–31.9.
- Turner, A. and Penn, A.**, 2002. Encoding natural movement as an agent-based system: an investigation into human pedestrian behaviour in the built environment, *Environment and Planning B: Planning and Design*, **29**(4), p. 473–490.

- Von Martial, F.**, 1990. Interactions among autonomous planning agents, in Y. Demazeau and J. P. Müller (eds.), *Decentralized AI – Proceedings of the First European Workshop on Modelling Autonomous Agents in a Multi-Agent World (MAAMAW-89)*, Elsevier, Amsterdam, p. 105-120.
- Von Martial, F.**, 1992. Coordinating Plans of Autonomous Agents, *LNAI*, Volume 610, Springer, Berlin.
- Walker, A. and Wooldridge, M.**, 1995. Understanding the emergence of conventions in multi-agent systems, in *Proceedings of the 1st International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS-95)*, San Francisco, CA, p. 384-390.
- White, J. E.**, 1994. Telescript technology: The foundation for the electronic marketplace, General Magic, Inc., CA.
- Woodcock**, 1999: Saunders, R. and Gero, J.S., 2004. Situated design simulations using curious agents, *AIEDAM* **18**(2), p. 153-161'den alınmıştır.
- Wooldridge, M.**, 2002. An Introduction to MultiAgent Systems, John Wiley & Sons, Ltd, England.
- Wooldridge, M. J. and Jennings, N. R.**, 1995. Intelligent Agents: Theory and Practice, *The Knowledge Engineering Review*, **10**(2), p.115-152.
- Yan, W., and Kalay, Y. E.**, 2006. Geometric, Cognitive and Behavioral Modeling of Environmental Users: Integrating an agent-based model and a statistical model into a user model. In Gero J. S. (ed.) *Design Computing and Cognition'06*, Springer, Dordrecht, Netherlands, p. 61- 79.
- Zeng, D., and Sycara, K.**, 1998. Bayesian Learning in Negotiation, *International Journal of Human-Computer Studies* **48**, p. 125–141.
- Zeng, D., and Sycara, K.**, 1997. Benefits of Learning in Negotiation, in *Proceedings of the National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-97)*, Menlo Park, Calif.: American Association for Artificial Intelligence, p. 36–41.

Internet kaynakları:

<http://pedsim.silmaril.org/> (Ocak 2007)

<http://pedsim.silmaril.org/examples/> (Ocak 2007)

<http://repast.sourceforge.net/> (Nisan 2006)

<http://repast.sourceforge.net/examples/index.html> (Nisan 2006)

<http://repast.sourceforge.net/examples/index.html#grid> (Ocak 2007)

<http://www.vr.ucl.ac.uk/depthmap/> (Ocak 2007)

<http://www.vr.ucl.ac.uk/depthmap/screenshot.html> (Ocak 2007)

<http://www.vr.ucl.ac.uk/research/evas/> (Ocak 2007)

<http://www.vr.ucl.ac.uk/research/evas/evas.html> (Ocak 2007)

<http://www.arch.usyd.edu.au/~mary//DECO2603/AgentModels.ppt> (Nisan 2006)

<http://www.arch.usyd.edu.au/~mary//DECO2603/AgentSimulations.ppt> (Nisan 2006)

<http://www.arch.usyd.edu.au/~mary/DECO2603/AgentSocieties.ppt> (Nisan 2006)

<http://www.arch.usyd.edu.au/~mary//DECO2603/SituatedAgents.ppt> (Nisan 2006)

http://www.yapayzeka.org/modules/wiwimod/index.php?page=AI_History&back=WiwiHome (Ocak, 2007)

<http://www.yapay-zeka.org/modules/wiwimod/index.php?page=AI&back=WiwiHome> (Ocak, 2007)

ÖZGEÇMİŞ

Şehnaz CENANİ 1979 yılında Gaziantep'te doğmuştur. İstanbul Beşiktaş Atatürk Anadolu Lisesi'nden mezun olduktan sonra 2000 yılında Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimari Restorasyon Programı'nı ikincilikle bitirip İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü'nde eğitim hayatına devam etmiştir. 2003 yılında grup olarak katıldığı uluslararası öğrenci proje yarışması "ArchNet Computer Club House Student Competition"da 1. mansiyon ödülünü kazanmıştır. Ekim 2005 - Ağustos 2006 döneminde Prof. Dr. Gülen Çağdaş'ın öğrenci asistanlığını yapmıştır. 2006 ve 2007 yıllarında uluslararası eCAADe konferanslarının bildiri kitaplarında iki makalesi yayınlanmıştır. 2006 – 2007 Bahar Yarıyılı'nda ERASMUS kapsamında Delft University of Technology'de bulunmuştur. 2007 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, FBE Bilişim Anabilim Dalı, Mimari Tasarımda Bilişim Yüksek Lisans Programı'ndan mezun olmuştur. Çeşitli mimarlık ofislerinde mimari tasarım alanında çalışmalarda bulunmuştur.

Yayınlar

Cenani, S. and Cagdas, G., 2006. "Shape Grammar of Geometric Islamic Ornaments", Communicating Space(s), 24th eCAADe 2006, Volos, Greece, September 6-9th, 2006, pp. 290-297.

Cenani, S. and Cagdas, G., 2007. "Representation of User Movements with Multi Agent Systems: Shopping Malls", 25th eCAADe 2007, Frankfurt, Germany, September 26-29th, 2007, pp..