

T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ  
BÖLÜMÜ

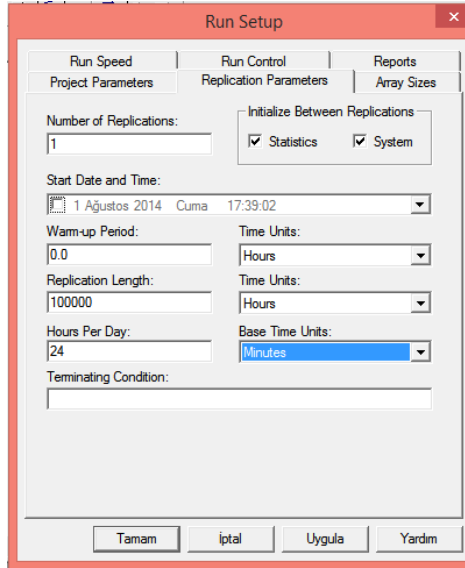
EME 3105  
SİSTEM SİMULASYONU  
(ARENA)  
Hafta 3

Beyazıt OCAKTAN

## SİMULASYON ÇALIŞMA PARAMETRELERİNİN GİRİLMESİ

Örnek 1'de verilen eczanenin haftanın 7 günü ve günde 24 saat çalıştığını varsayalım. Ayrıca, müşterilerin geliş sürecinin zaman göre değişmediğini de kabul edelim. Yönetim, müşterilerin ortalama bekleme süresi, ortalama müşteri sayısı ve eczanın kullanım oranı açısından sistemin uzun dönemdeki davranışıyla ilgilenmektedir.

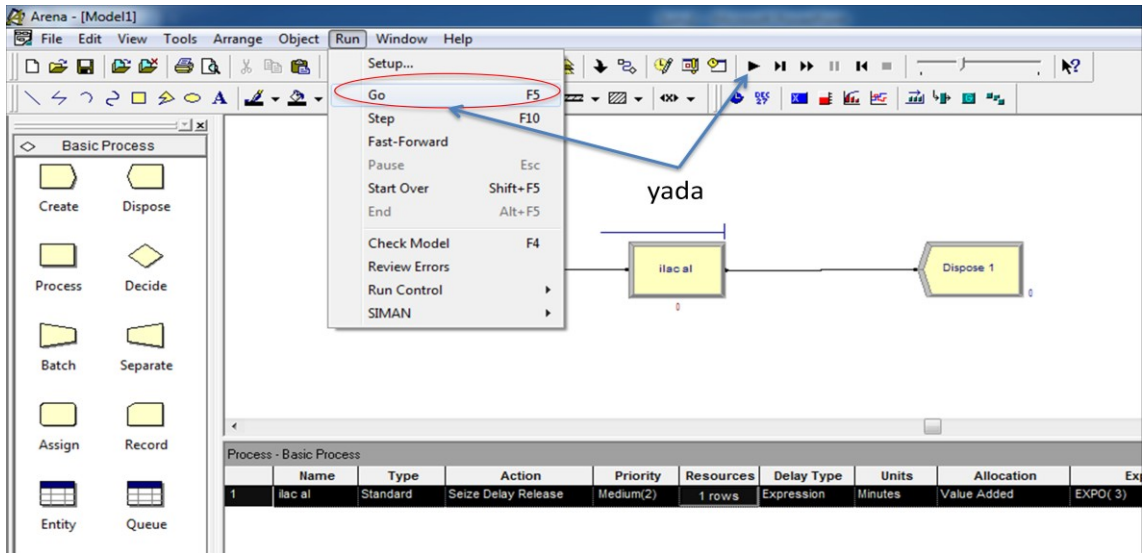
Sistemi simule etmek için öncelikle modeli ne kadar süre çalıştıracağımızı modele girmemiz gerekmektedir. Yönetim sistemin uzun dönemdeki performansı ile ilgili için idealde simülasyonun sonsuz uzunlukta çalıştırılması gerekmektedir, ancak elbetteki bu mümkün değildir. İlerleyen haftalarda simülasyon uzunluğunun (replication length) ve simülasyonun yinelenme sayısının (number of replication) belirlenmesi ayrıca işlenecektir. Bu sistem için uzun dönem performansı belirlemek için şimdilik 100.000 saatlik simülasyon süresinin ve tek bir yinelenmenin uygun olduğunu kabul edebiliriz. ARENA'ya simülasyonun çalışma parametrelerini girmek için standart araç çubuğunda **Run** menüsünden **Setup** sekmesine tıklayın, şekil 3.1 deki diyalog menüsü açılacaktır.



Şekil 3.1 Run Setup diyalog menüsü

Run Setup menüsünde "Replication Parameters" sekmesini seçin ve şekil 3.1'deki gibi doldurun."Replication Length" simülasyonun çalışma süresini göstermektedir, yan bölümünde yer alan "Time Units" ise simülasyon süresi olarak girilen değerinin birimini

gösterir. Örnekteki gibi Replication Length=100.000 ve Time Units=Hours girilmesi durumunda simülasyon 100.000 saat çalışacak ve sonrasında sonlanacaktır. "Hours Per Day" bölümü simülasyonda 1 günün kaç saat olarak alınacağını gösterir. Simülasyon süresi örneğin 100 gün olarak girildiğinde eğer bu bölümde 8 değerini girerseniz, simülasyonun çalışma uzunluğu 800 saat, 24 değerini girerseniz 2400 saat olur. Örnekte eczane günde 24 saat esasına göre çalıştığı için bu bölüm 24 olarak girilmiştir. "Base Time Units" simülasyonun ürettiği raporda yer alan süre değerlerinin biriminin ne olacağını belirler. Simülasyon raporunda örneğin müşterilerin ortalama bekleme süresinin (average waiting time) 3,0926 yazılıysa ve Run Setup'ta "Base Time Units" bölümünde **Minutes** seçiliyse, bu değer 3,0926 dakikayı ifade eder. Eğer "Base Time Units" bölümünde Hours'u seçerek simülasyonu çalıştırdıysanız, aynı rakam  $3,0926/60=0,0515$  olarak yer alacak ve birimi saat olacaktır.

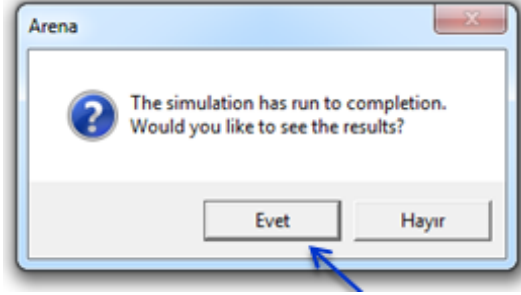


Şekil 3.2 Simülasyon modelinin çalıştırılması

Bu aşamadan sonra simülasyon modeli çalıştırılabilir. Simülasyonu çalıştırmak için standart araç çubuğunun altında yer alan ve şekil 3.2'de gösterilen VCR araç çubuğu kullanılabilir. Alternatif olarak yine şekil 3.2'de gösterilen Run menüsü altındaki "Go" sekmesi seçilebilir.

## SONUÇLARIN ANALİZİ

Simulasyonu çalıştırdıktan sonra şekil 3.3'teki gibi simülasyonun tamamlandığını ve simülasyon sonuçlarının hazır olduğunu gösteren bir diyalog kutusu göreceksiniz.



Şekil 3.3 Simülasyonun tamamlandığını gösteren diyalog kutusu

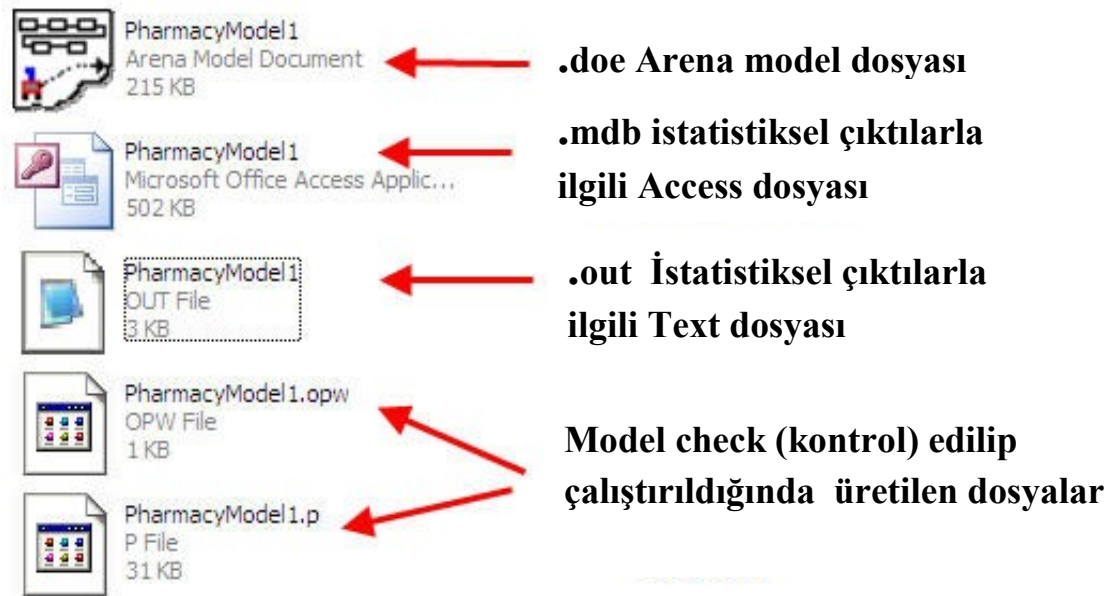
Bu diyalog kutusunda "evet" seçeneğini işaretlediğinizde ARENA simülasyon çıktısını bir veri tabanına yazar ve şekil 3.4'teki gibi hazırladığı standart raporu sunar.

Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Total Time	6.0120	0.040801324	0.00001060	75.6114
Wait Time	3.0122	0.035934200	0.00	68.4229
VA Time	2.9998	0.006630963	0.00001060	40.2425
Transfer Time	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Other Time	0.00	0.000000000	0.00	0.00
NVA Time	0.00	0.000000000	0.00	0.00
<b>Other</b>		<b>Value</b>		
Number In	1,001,651			
Number Out	1,001,650			
WIP	1.0037	0.008276561	0.00	19.0000

Şekil 3.4 Standart Sonuç raporu

İstenen istatistiklere ulaşmak için Preview bölümü kullanılabilir, yada sayfa sayfa ilerlenerek, rapordaki tüm istatistiklere ulaşılabilir.

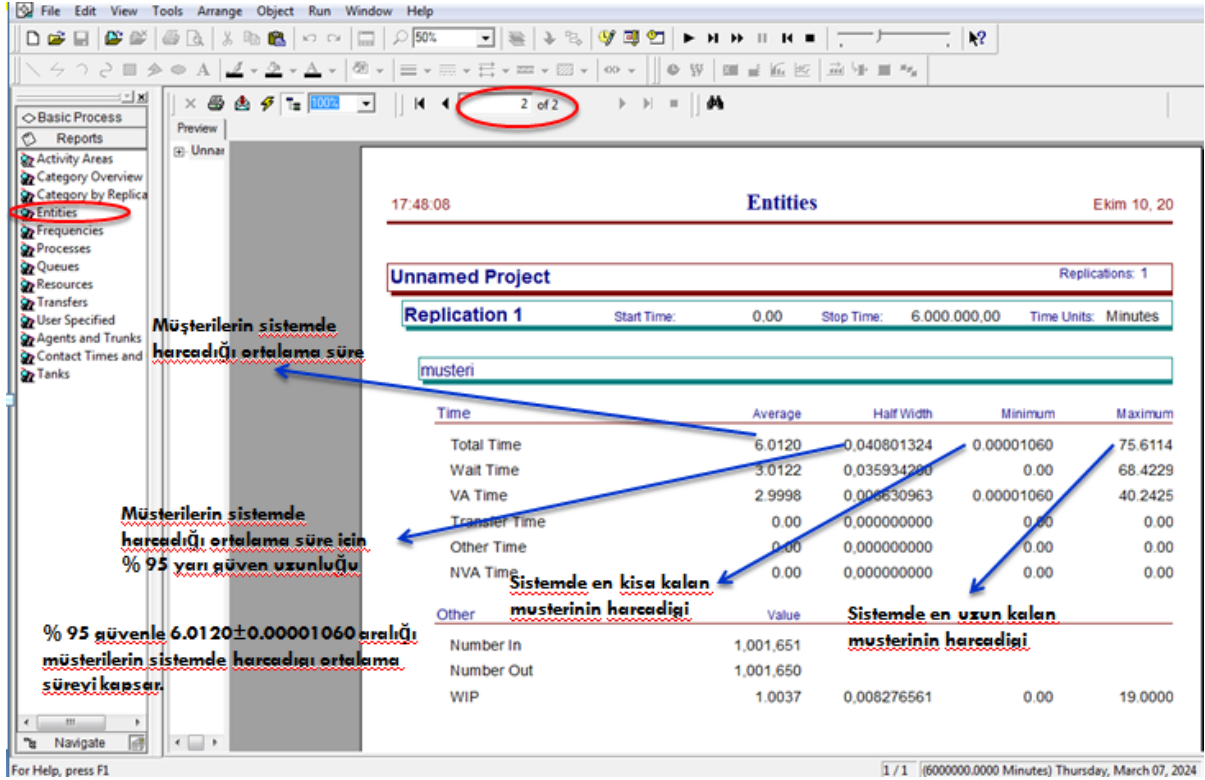
ARENA, modelin bulunduğu klasör içine bu raporların text tabanlı versiyonunu da üretir. Üretilen bu rapor modelismi.out şeklinde oluşturulur ve NotePad yada Word gibi text editörlerinde açılabilir. Ayrıca yine modelin bulunduğu klasör içinde modelismi.mdb uzantılı Microsoft Access dosyası oluşturulur. Bu dosya Microsoft Access ile açılarak istatistiksel çıktılarla ilgi veri tabanı kullanılabilir. Model Run menüsünde yer alan "Check Model" sekmesiyle hata kontrolü yapılır ve sonrasında çalıştırılırsa, modelismi.p şeklinde bir dosya oluşturulur. Bu dosyayı ilerleyen haftalarda senaryo analizlerinde kullanacağız. Modeli kontrol ettiğimizde eğer hatalar yada uyarılar varsa, modelin yer aldığı klasör içinde bir hata (error) dosyası oluşur. ARENA'nın ürettiği dosyalar şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5 ARENA'nın ürettiği dosyalar

Şimdi ARENA'nın standart çıktı raporuna bölüm bölüm daha detaylı bakalım. Raporunda Replication 1 bölümü raporun hangi simülasyon yinelenmesine ilişkin sonuçları gösterdiğini belirtir. Örnek 1 için oluşturduğumuz simülasyonu tek yineme (replication) için çalıştırmıştık, bu nedenle raporda sadece 1. yinlemeye ilişkin sonuçlar yer almaktadır. "Start Time" simülasyonun başlangıç anındaki simülasyon saatini, Stop Time ise simülasyonun bitiş anındaki simülasyon saatini göstermektedir. "Setup Parameters" sekmesinde "Base Time Units" Minutes girildiği için, raporun sağ üst kısmında "Time Units: Minutes" şeklinde bu durum belirtilmektedir. Dakika

seçiminde dolayı simülasyonun çalışma süresini daha önce 100.000 saat olarak girmemize rağmen raporda simülasyon süresi  $100.000 \times 60 = 6.000.000$  dakika görünmektedir.



Şekil 3.6 Eczane Temel Örnek Çıktı Raporu-Entities

Modelde varlık'ın ismi müşteri olarak belirtilmişti. Raporun "Time" bölümünde müşterilerin eczane sisteminde geçirdikleri sürelerle ilgili istatistikler yer almaktadır. "Total Time", müşterilerin eczanede geçirdikleri toplam süreyi göstermektedir. Bu süreyi Çevrim Süresi yada Sistem Süresi olarak adlandırabiliriz. "Wait Time", müşterilerin kuyrukta bekledikleri süreyi, VA (Value Added) Time, katma değer eklenen süreyi ifade eder. Örnekte Process'i modülünde Delay bölümünde müşterilere verilen servis (işlem) süresini modellerken, "Allocation" bölümünde "Value Added" seçeneğinin işaretli olduğunu gözden kaçırmayın. Bu örnekte VA Time, müşterilere verilen servis süresini göstermektedir. "Average", ilgili parametreye ilişkin ortalama süreyi; Half Width, % 95 Yarı Güven Genişliğini; Minimum, en kısa süreyi; Maximum, en uzun süreyi gösterir.

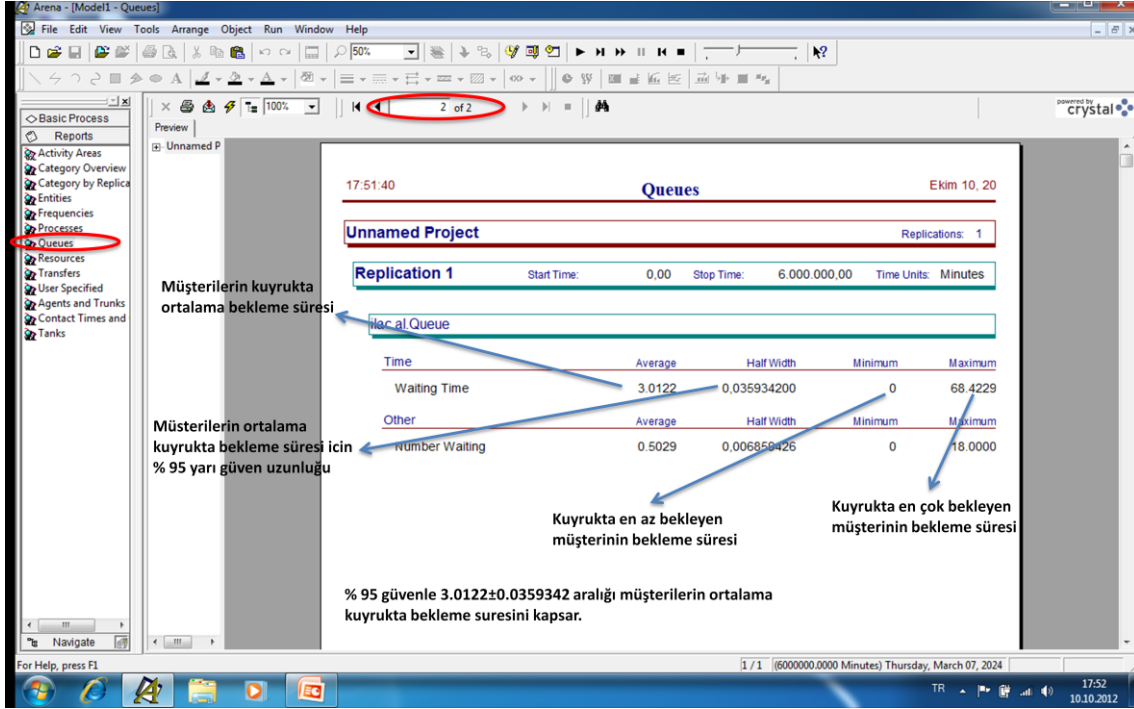
Şekil 3.6'da verildiği üzere simülasyon sonucunda Total Time için ortalama 6,0120 olarak tahmin edilmiştir. Buna göre 1 müşterinin sistemde harcadığı süre ortalama 6,0120 dakikadır. Half width (yarı güven genişliği) yaklaşık olarak 0,041 olarak bulunmuştur. Buna göre  $[6,0120+0,041 ; 6,0120-0,041]$  aralığı % 95 güvenle bir müşterinin sistemde geçirdiği ortalama süreyi kapsar. Raporda Minimum 0,00001060 değeri ile gösterilmektedir. Bunun anlamı simülasyonun ilgili yinelenmesi (replication) süresince sistemde en kısa süre geçiren müşterinin sistemde geçirdiği sürenin 0,0001060 dakika olmasıdır. Benzer bir yaklaşımla Maximum 75,6114 değeri, sistemde en uzun süre sistemde kalan müşterinin harcadığı sürenin 75,6114 dakika olduğunu gösterir.

Wait Time Average=3,0122 değeri, bir müşterini ortalama 3,0122 dakika kuyrukta beklediğini ifade eder. Yaklaşık 0,036 olan half width,  $[3,0122+0,036 ; 3,0122-0,036]$  aralığının % 95 güvenle bir müşterinin ortalama kuyrukta bekleme süresini kapsadığını gösterir. Minimum ve Maximum değerleri yukarıdaki paragraftakine benzer şekilde yorumlanabilir.

VA Time Average=2,9998 değeri, bir müşterinin ortalama 2,9998 dakika servis aldığını gösterir. Half width=0,0066 olduğuna göre,  $[2,9998+0,0066 ; 2,9998-0,0066]$  aralığı % 95 güvenle bir müşterinin gördüğü ortalama servis süresini kapsar. Örnekte servis süresi ortalaması 3 dakika olan Üstel Dağılımla modellenmişti. Görüldüğü üzere simülasyon sonucunda servis süresi ortalaması 2,9998 dakika bulunmuş ve ana kitle servis süresi ortalaması için hesaplanan % 95 güven aralığı, anakitle ortalaması 3 dk.'yı kapsamıştır. 100.000 saatten daha uzun örneğin 1.000.000 saat simülasyon uzunluğu seçildiğinde servis süresi ortalaması için hesaplanan güven aralığı daha da daralacak ve simülasyon sonsuz uzunlukta çalıştırıldığında ise ana kitle ortalaması olan tam 3 dakikaya ulaşılacaktır.

Verilen örnekte transfer süresi (Transfer Time), diğer süreler (Other Time) ve katma değeri olmayan süreler (NVA (non-value added) Time) tanımlanmamıştır. Bu nedenle  $[\text{bir müşterinin sistemde geçirdiği ortalama süre}] = [\text{bir müşterinin kuyrukta beklediği ortalama süre}] + [\text{bir müşterinin ortalama servis süresi}]$  olduğuna dikkat edin  $(6,0120 = 3,0122 + 2,9998)$ .

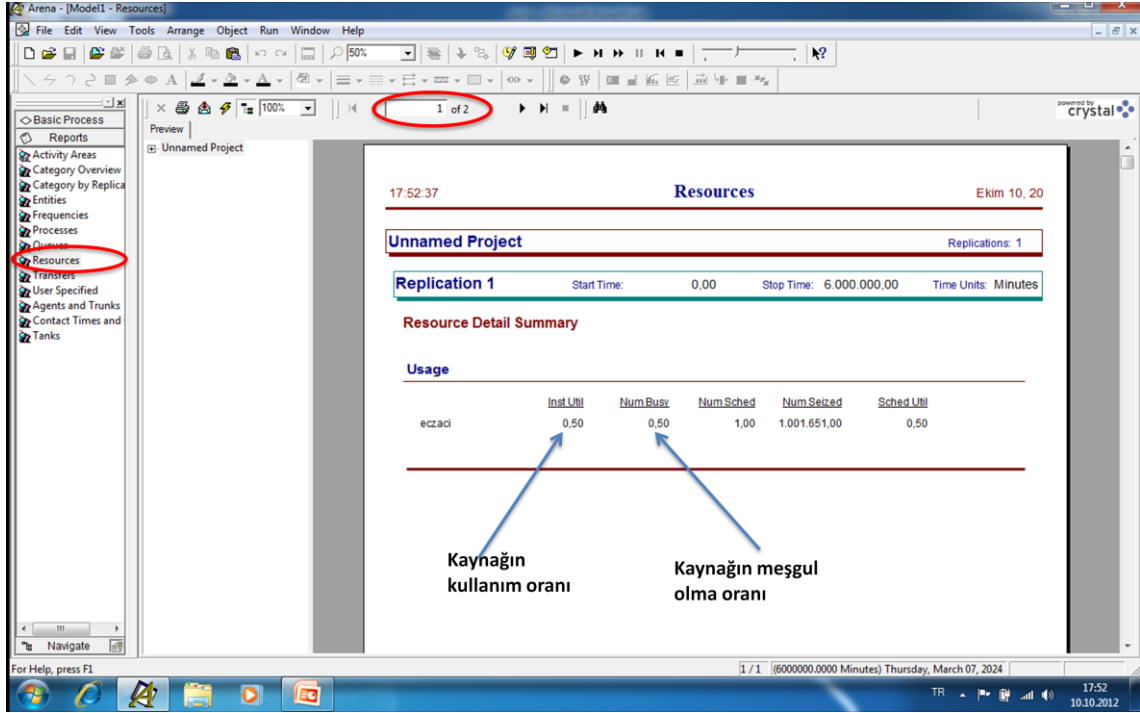
Number In Value=1.001.651 değeri, simülasyon süresince eczaneye 1.001.651 müşteri geldiğini, Number Out Value=1.001.650 ise simülasyon sonlandığı ana kadar 1.001.650 müşterinin eczaneden ayrıldığını gösterir. Buna göre simülasyon sonlandığı anda sistemde 1 müşteri hizmet görmektedir.



Şekil 3.7 Eczane Temel Örnek Çıktı Raporu-Queues

Şekil 3.7'de eczane sisteminde oluşan ilaç alma prosesi kuyruğu ile ilgili çıktı raporu yer almaktadır. Burada Waiting Time, bir müşterinin ilaç alma proselinin kuyruğunda beklediği ortalama süreyi göstermektedir ve sistemde tek bir kuyruk olduğu için Entities raporundaki bir müşterinin ortalama bekleme süresiyle aynıdır. Number Waiting istatistiği, kuyrukta bekleyen müşteri sayısını göstermektedir. Kuyrukta bekleyen ortalama müşteri sayısı, zamana dayalı olarak hesaplanan bir istatistiktir, teorik derslerde ayrıntısına girilecektir. Average number waiting=0,5029 değeri, ilaç alma kuyruğunda ortalama 0,5029 müşteri beklediğini göstermektedir. Yarı güven genişliği, minimum, maksimum değerler ile ilgili yorumlar öncekilere benzerdir.





Şekil 3.8 Eczane Temel Örnek Çıktı Raporu-Resources

Şekil 3.8'de modelde yer alan kaynaklar ile ilgili rapor yer almaktadır. Eczane örneğinde sadece tek bir kaynak (eczacı) modellenmişti, bu nedenle rapor kısmında sadece eczacıyla ilgili istatistikler bulunmaktadır. Instantaneous Utilization=0,50 değeri eczacının kullanım oranını göstermektedir. Buna göre eczacı, çalışma zamanının ortalama % 50'sinde boş ve ortalama % 50'inde ise meşguldür.

**Kaynak:** M.D.Rosetti, Simulation Modeling and Arena, John Wiley & Sons, 2010.