

BENZETİM MODELLEMESİ TEMELLİ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YAKLAŞIMIYLA
BİR SPOR MERKEZİNDE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ

Erdem OKTAY

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği Uyarınca
Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Kerem CİDDİ

Haziran - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Erdem OKTAY' ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “BENZETİM MODELLEMESİ TEMELLİ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YAKLAŞIMIYLA BİR SPOR MERKEZİNDE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ” başlıklı bu çalışma, jürimizce Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek OY BİRLİĞİ / ~~OY ÇOKLUĞU~~ ile Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalına YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

28.06.2019

Prof. Dr. Önder Uysal

Enstitü Müdürü, Fen Bilimleri Enstitüsü

Prof. Dr. Özden Üstün

Bölüm Başkanı, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Kerem Ciddi

Danışman, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Sınav Komitesi Üyeleri

Prof. Dr. Özden Üstün

Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi N. Fırat Özkan

Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Kerem Ciddi

Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

.....



ETİK İLKELERE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Bu tezin hazırlanmasında Akademik kurallara riayet ettiğimizi, özgün bir çalışma olduğunu ve yapılan tez çalışmasının bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olduğunu, çalışma kapsamında teze ait olmayan veriler için kaynak gösterildiğini ve kaynaklar dizininde belirtildiğini, Yüksek Öğretim Kurulu tarafından kullanılmak üzere önerilen ve Dumlupınar Üniversitesi tarafından kullanılan İntihal Programı ile tarandığını ve benzerlik oranının % 10 çıktığını beyan ederiz. Aykırı bir durum ortaya çıktığı takdirde tüm hukuki sanuçlara razı olduğumuzu taahhüt ederiz.

Dr. Öğr. Üyesi Kerem CİDDİ

(Danışman)



Erdem OKTAY



BENZETİM MODELLEMESİ TEMELLİ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YAKLAŞIMIYLA BİR SPOR MERKEZİNDE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ

Erdem OKTAY

Endüstri Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, 2019

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Kerem CİDDİ

ÖZET

Günümüzde sağlıklı yaşamak, kilo vermek, fiziksel egzersiz yapmak isteyen birçok kişi spor merkezlerini tercih etmektedir. Spor merkezlerinin kullanım oranları, abonelik sayıları gün geçtikçe artmakta ve daha popüler bir hal almaktadır. Üst düzey rekabetin olduğu bu hizmet sektöründe spor merkezleri, müşteri memnuniyetini artırabilmek ve ayakta kalabilmek için en iyi şekilde hizmet sunmak zorundadırlar. Yapılan araştırmalar sonucunda bu sektörde çok az sayıda çalışma yapıldığı görülmüş ve bu alanda bir uygulama yapılması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada bir spor merkezinin mevcut durumunu değerlendirmek amacıyla kesikli olay benzetim modeli, Arena 14.0 Programı kullanılarak oluşturulmuştur. Model çıktıları analiz edilerek spor merkezinde, hizmet verilen ortalama üye sayısı, ortalama antreman süresi, herbir antremanın ortalama uygulanma süreleri ve sayıları, antrenör ve makine kaynak kullanım oranları elde edilmiştir. Elde edilen bu verilerin yanı sıra darboğazların olduğu fitness makineleri ve bekleme süreleri de tespit edilmiştir. Spor merkezindeki kullanılabilir boş alan ve maddi kısıtlar göz önüne alınarak, darboğazların olduğu makineler ve antrenör kaynaklarının artırılmasıyla iyileştirme senaryoları oluşturulmuştur.

Mevcut durumun iyileştirilmesi amacıyla oluşturulan 177 adet senaryonun, Veri Zarflama Analizi tekniği ile görelî etkinlikleri ölçülmüş ve etkin senaryolar belirlenmiştir. Etkinlik ölçümünde VZA paket programı olan DEAP 2.1 kullanılmıştır. Analizde girdi yönelimli BCC modeli ve CCR modeli kullanılarak teknik ve ölçek etkinlikleri belirlenmiştir. Her iki modelde de etkin bulunan senaryolar arasında, üyenin en çok önemseydiği nokta olan antreman ve bekleme süresini en aza indirerek müşteri memnuniyetini en üst düzeye çıkarabilecek olan senaryo belirlenmiştir. Bu senaryonun uygulanması ile mevcut duruma göre, ortalama antreman süresinde %19,05' lik bir azalma, hizmet verilen ortalama üye sayısında %5,87' lik artış sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Spor Merkezi, Benzetim, Etkinlik, Veri Zarflama Analizi

SIMULATION BASED DATA ENVELOPMENT ANALYSIS APPROACH FOR EFFICIENCY MEASUREMENT AT A SPORT CENTER

Erdem OKTAY

Industrial Engineering, M.S. Thesis, 2019

Thesis Supervisor : Dr. Öğr. Üyesi Kerem CİDDİ

SUMMARY

These days the people, who are willing to lose weight and live healthy by doing exercise, attend sport centers. Therefore a population of sport centers and the number of users have been increasing day by day. In order to boost the satisfaction of customers and to keep fresh in the competition at the market they always have to be best of giving service. As a result of researches, it has been observed that a few scientific studies has been done in this sector and it is aimed to make an application in this field.

This study has been conducted by using Arena 14.0 programme discrete event simulation model in orde to evaluate a sport centre's current situation.by analysng an output of the model; the average amount of members who heve been served at the centre, the average time of training,a duration for each training and their quantity also usage of trainer and equipment have been determined apart from these data; the equipments where exist delays have been determined. By considering available locations at the sport centre and its financial condition; the scenarios which is about how to make it better have been done by increasing the amount of the equipments where exist delays and increasing the source of trainers.

177 scenarios which have been done to make the current situation better, have been evaluated by data envelopment analysis and as a result of this; effective scenarios were determined. For measuring the activity, data envelopment analysis program "DEAP 2.1" was used. In addition to this BBC model and CCR model at this analysis were used to determine tekniquial efficiencyand scale activity. Among the scenarios that are efficiently in both models, the scenario that can minimizing training and waiting times was determined. With the implementation of this scenario, a decrease of %19,05 in the average training period and %5,87 increase in the average number of serviced members have been achieved.

Keywords : Sport Center, Simulation, Efficiency, Data Envelopment Analysis

TEŐEKKÜR

Bu tez alıŐması ve yksek lisans ğrenimim sresince bana yol gsteren, bilgi, yardım ve desteğini esirgemeyen tez danıŐmanım Dr. ğr. yesi Kerem CİDDİ' ye ve Sayın Jri yelerine teŐekkrlerimi sunarım. Ayrıca tm hayatım ve alıŐmalarım boyunca bana destek olan canım aileme teŐekkr ederim.



İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa</u> |
|---|---------------------|
| ÖZET | v |
| SUMMARY | vi |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | xi |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | xiii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ..... | xiv |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. LİTERATÜR TARAMASI..... | 3 |
| 2.1. Benzetim Literatür Araştırması..... | 3 |
| 2.2. Veri Zarflama Analizi Literatür Araştırması..... | 3 |
| 3. KULLANILAN YÖNTEM VE TEKNİKLER | 5 |
| 3.1. Benzetim | 5 |
| 3.1.1. Benzetim türleri..... | 5 |
| 3.1.2. Benzetim çalışmasının adımları | 7 |
| 3.1.3. Benzetimin avantajları | 7 |
| 3.1.4. Benzetimin dezavantajları..... | 8 |
| 3.2. Veri Zarflama Analizi | 9 |
| 3.2.1. Verimlilik | 9 |
| 3.2.2. Etkinlik..... | 9 |
| 3.2.3. VZA tarihsel gelişimi..... | 10 |
| 3.2.4. VZA tanım | 10 |

İÇİNDEKİLER (devam)

| | <u>Sayfa</u> |
|---|---------------------|
| 3.2.5. VZA nin uygulama aşamaları | 11 |
| 3.2.6. VZA modelleri | 13 |
| 4. PROBLEMİN TANIMI VE AMAÇLAR | 17 |
| 4.1. Spor Merkezi Hakkında Genel Bilgi..... | 17 |
| 4.2. Spor Merkezi İş Akışı | 18 |
| 4.2.1. Üye geliş süreci | 19 |
| 4.2.2. Antreman süreci | 20 |
| 4.2.3. Üyenin ayrılış süreci | 21 |
| 4.3. Sistemdeki Problemler | 21 |
| 4.4. Model Varsayımları | 22 |
| 4.5. Arena Benzetim Programı | 23 |
| 4.6. Sistem Modellemesinde Kullanılan Veriler | 23 |
| 5. SPOR MERKEZİNİN MODELLENMESİ | 26 |
| 5.1. Verilerin Toplanması ve İstatistiksel Analizi..... | 26 |
| 5.1.1. Bilgi sistemi veri tabanındaki verilerin analizi | 26 |
| 5.1.2. Zaman tutma çalışmasıyla elde edilen verilerin analizi | 30 |
| 5.2. Arena Benzetim Programı ile Sistemin Modellenmesi | 38 |
| 5.2.1. Benzetim modeli | 38 |
| 5.2.2. Benzetim modelinin doğrulanması ve geçerliliği..... | 55 |
| 5.2.3. Modelin çıktı analizi | 58 |

İÇİNDEKİLER (devam)**Sayfa**

| | |
|--|----|
| 6. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ | 61 |
| 6.1. Senaryoların Belirlenmesi | 61 |
| 6.2. Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi | 62 |
| 6.3. Veri Zarflama Analizi Modelinin Belirlenmesi ve Etkinlik Ölçümü | 64 |
| 6.4. Etkin Olmayan Senaryolar İçin Hedef Değerlerin Belirlenmesi | 70 |
| 7. SONUÇ VE ÖNERİLER | 73 |
| KAYNAKLAR DİZİNİ | 76 |
| ÖZGEÇMİŞ | |
| EKLER | |
| 1. Spor Merkezi Kaynak Sayıları | |
| 2. 2018 Yılı Aylık ve Saatlik Ortalama Üye Geliş Sayıları | |
| 3. Arena Modeli Ekran Görüntüsü | |
| 4. Senaryolar | |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| <u>Şekil</u> | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| 3.1. Benzetim türleri..... | 6 |
| 3.2. Benzetimin adımları | 7 |
| 4.1. Spor merkezi iş akış şeması | 18 |
| 5.1. 2018 yılı aylık ortalama erkek üye geliş sayısı grafiği..... | 27 |
| 5.2. 2018 yılı aylık ortalama kadın üye geliş sayısı grafiği..... | 27 |
| 5.3. Saatlik ortalama erkek üye geliş sayısı grafiği..... | 28 |
| 5.4. Saatlik ortalama kadın üye geliş sayısı grafiği..... | 28 |
| 5.5. Giriş kayıt-kontrol süresi olasılık dağılımı..... | 31 |
| 5.6. Soyunma odası kullanım süresi olasılık dağılımı..... | 32 |
| 5.7. Erkek üyeler için bekleme süresi olasılık dağılımı | 33 |
| 5.8. Kadın üyeler için bekleme süresi olasılık dağılımı | 33 |
| 5.9. Ölçüm ve antreman programı belirleme süresi olasılık dağılımı | 34 |
| 5.10. Saat dilimi değiştirici “Create” modülü..... | 38 |
| 5.11. Saat dilimi değiştirme işlemi..... | 39 |
| 5.12. Saatlik gelişlerin belirlenmesi..... | 39 |
| 5.13. Üye geliş “Create” modülleri..... | 40 |
| 5.14. Başlangıç atamaları “Assing” modülleri..... | 40 |
| 5.15. Antrenör çalışma çizelgeleri | 41 |
| 5.16. Antrenör kaynakları | 41 |
| 5.17. Giriş kontrol “Process” i | 42 |
| 5.18. Boş dolap kontrolü “Decide” modülleri..... | 42 |
| 5.19. Bekleme salonu “Seize” modülü..... | 43 |
| 5.20. Bekleme salonu “Delay” ve “Seize” modülleri..... | 44 |
| 5.21. Üye geliş ve bekleme salonu süreci Arena modeli | 45 |
| 5.22. Soyunma odaları “Process” modülleri | 46 |
| 5.23. Ölçüm ve antreman programı belirleme “Process” modülü..... | 47 |
| 5.24. Giriş süreci Arena modeli | 47 |
| 5.25. Antreman programlarının uygulanma oranları “Decide” modülleri | 48 |

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

| <u>Şekil</u> | <u>Sayfa</u> |
|---|---------------------|
| 5.26. Antreman hareket süre dağılımları ve diğer özelliklerin atanması..... | 49 |
| 5.27. Antreman içerikleri ve hareket sıralarının tanımlanması | 50 |
| 5.28. Antremanların yapılma oranı ve içeriklerinin belirlenmesi Arena modeli..... | 51 |
| 5.29. Fitness makine kaynaklarının tanımlanması “Process” modülü | 52 |
| 5.30. Entity rotalama “Station” ve “Route” modülleri..... | 53 |
| 5.31. Fitness makineleri Arena modeli | 53 |
| 5.31. (devam) Fitness makineleri Arena modeli | 54 |
| 5.32. Entitylerin uyguladıkları programlara göre ayrılması “Decide” modülü..... | 54 |
| 5.33. Arena program çıktısı 1..... | 56 |
| 5.33. (devam) Arena program çıktısı 1 | 57 |
| 5.34. Arena program çıktısı 2..... | 57 |
| 5.34. (devam) Arena program çıktısı 2 | 58 |
| 5.35. Arena program çıktısı 3..... | 58 |
| 5.35. (devam) Arena program çıktısı 3 | 59 |
| 5.36. Arena program çıktısı 4..... | 60 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| <u>Çizelge</u> | <u>Sayfa</u> |
|---|---------------------|
| 4.1. Sistem modellemede kullanılan veriler ve kaynakları | 24 |
| 5.1. Antreman süreleri olasılık dağılımları | 35 |
| 5.1. (devam) Antreman süreleri olasılık dağılımları | 36 |
| 5.1. (devam) Antreman süreleri olasılık dağılımları | 37 |
| 5.1. (devam) Antreman süreleri olasılık dağılımları | 38 |
| 6.1. Girdi ve çıktı değerleri | 63 |
| 6.1. (devam) Girdi ve çıktı değerleri | 64 |
| 6.2. Etkinlik analizi sonuçları..... | 65 |
| 6.2. (devam) Etkinlik analizi sonuçları | 66 |
| 6.3. CCR modelinde etkin olmayan KVB için referans grupları | 67 |
| 6.4. CRR modelinde etkin KVB referans sıklıkları | 68 |
| 6.5. BCC modelinde etkin olmayan KVB için referans grupları | 68 |
| 6.5. (devam) BCC modelinde etkin olmayan KVB için referans grupları | 69 |
| 6.6. BCC modelinde etkin KVB referans sıklıkları | 69 |
| 6.7. CCR modelinde etkin olmayan KVB için girdi hedef değerleri | 70 |
| 6.7. (devam) CCR modelinde etkin olmayan KVB için girdi hedef değerleri | 71 |
| 6.8. BCC modelinde etkin olmayan KVB için girdi hedef değerleri | 72 |

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| <u>Kısaltmalar</u> | <u>Açıklama</u> |
|---------------------------|-----------------------------------|
| VZA | Veri Zarflama Analizi |
| CCR | Charnes, Cooper, Rhodes |
| BCC | Banker, Charnes, Cooper |
| KVB | Karar Verme Birimi |
| CRS | Ölçeğe Göre Sabit Getiri |
| VRS | Ölçeğe Göre Değişken Getiri |
| Vb | Ve Benzeri |
| S | Senaryo |
| DEAP | Data Envelopment Analysis Program |
| irs | Ölçeğe Göre Artan Getiri |
| drs | Ölçeğe Göre Azalan Getiri |
| te | Teknik Etkinlik |

1. GİRİŞ

Günümüzde sağlıklı yaşamak, güçlü kalmak, kilo vermek ve fiziksel aktivitelerde bulunmak isteyen birçok insan spor merkezlerine gitmektedir. Spor merkezlerine düzenli olarak giden ve spor yapan kişilerin fiziksel ve bağışıklık sistemi dirençlerinin çok daha güçlü olduğu ayrıca kalp ve damar sistemlerinde diğer kişilere kıyasla daha sağlıklı sonuçlara sahip olduklarını gösteren birçok çalışma mevcuttur (Koz ve Ersöz, 1995).

Tüm hayat boyunca kaliteli bir yaşam sürebilmek için fiziksel aktivitelerin her yaşta yapılması tavsiye edilmektedir. Çocukların sağlıklı büyüme ve gelişmeleri, gençlerin sosyalleşmeleri ve kötü alışkanlıklardan uzak durmaları, yetişkin kişilerin hastalıklardan korunmaları ve dinç kalmaları, yaşlılık dönemlerindeki kişilerin zinde ve aktif bir yaşam sürebilmeleri ancak düzenli spor yaşantısı ile mümkün olabilmektedir. Sağlıklı bir yaşam için düzenli olarak fiziksel aktivite yapılmalıdır.

Rekabetin üst düzeyde olduğu spor merkezlerinde, verimliliği ve müşteri memnuniyetini sağlayabilmek zor bir durumdur. Spor merkezlerindeki fitness makine ve teçhizatlarının yetersiz olması, yoğunluğun yaşandığı saatlerde egzersizlerde çakışmalar olmasına ve beklemelerin artmasına dolayısıyla antreman sürelerinin uzamasına sebep olabilmekte ayrıca görevli antrenör sayısının yetersiz olması, üyeler ile ilgilenilen zamanın daha az olmasına ve antremanların verimsiz geçmesine sebep olabilmektedir. Bu tarz durumlarda müşteri memnuniyeti azalmakta buda abonelik sayılarına direkt olarak yansiyarak karlılığı etkilemektedir.

Spor merkezi kullanımları ve abonelik oranları gün geçtikçe artmakta ve daha popüler bir hal almaktadır. Rekabetin yaşandığı bu sektörde, spor merkezleri ayakta kalabilmek için daha iyi hizmet vermek ve bunu sürdürülebilir kılmak zorundadırlar. Bu durum spor merkezleri için bir kapasite analizi ve optimizasyon sorunudur.

Bu çalışmada sağlıklı yaşam ve spor piyasasında faaliyet gösteren bir spor merkezi ele alınmıştır. Bu merkezin daha iyi hizmet verebilmesi için analizler yapılmış ve daha etkin olabilmesi için iyileştirme senaryoları önerilmiştir.

Spor merkezinin mevcut durumunun analizi için benzetim modellemesinden yararlanılmıştır. Bu modelin oluşturulmasında Arena 14.0 benzetim programı kullanılmıştır. Benzetim modelinin oluşturulabilmesi için öncelikle spor merkezinin iş akışı şeması oluşturulmuş ve bu iş akışına göre model için gerekli veriler toplanmıştır. Verilerin toplanmasında iki farklı kaynaktan yararlanılmış olup, bunlardan ilki spor merkezinde kullanılan bilgi sistemi veri

tabanıdır. Buradan alınan veriler: üye bilgileri, üye geliş zaman ve sayıları, antreman programları uygulanma oranları gibi verilerdir. İkinci olarak yararlanılan veri kaynağı ise gözlemler ve zaman tutma çalışmalarıdır. Süreç içerisindeki olayların oluş süreleri zaman tutma çalışmaları ile elde edilmiş ve elde edilen zaman serileri uygun olasılık dağılımlarına benzetilerek modelde kullanılmıştır.

Spor merkezinin mevcut durumunu görebilmek amacıyla oluşturulan benzetim modelinin doğruluğu ve geçerliliği kontrol edildikten sonra model çalıştırılarak çıktılar alınmıştır. Bu analiz ile spor merkezindeki ortalama antreman süresi, hizmet verilen ortalama üye sayısı, antrenör kullanım oranları, antreman programlarının ortalama uygulanma süreleri ve uygulanma sayıları, bekleme salonu ortalama kullanım oranları, darboğaz oluşan makineler ve bekleme süreleri gibi veriler elde edilmiştir. Sonuçların detaylı incelenmesi ve spor merkezindeki kullanılabilir boş alan ile maddi kısıtlar çerçevesinde yapılan değerlendirmeler ile uygulanabilir iyileştirme senaryoları oluşturulmuştur.

Bu senaryoların görelî etkinlik ölçümlerinin yapılmasında Veri Zarflama Analizi tekniğı kullanılmış ve görelî etkinlikler DEAP veri zarflama analizi paket programı kullanılarak elde edilmiştir. Veri zarflama analizinde görelî etkinliklerin ölçülebilmesi için karar verme birimlerinin (senaryoların) girdi ve çıktı değerleri belirlenmiştir. Yapılan analizde antrenör sayısı ve makine kaynak alım maliyetleri girdi olarak, ortalama antreman süresi, hizmet verilen ortalama üye sayısı ve antrenör kullanım oranı verileri çıktı olarak alınmıştır. Yapılan görelî etkinlik analizi, girdi yönlü olarak CCR (ölçeğe göre sabit getiri) ve BCC (ölçeğe göre değışken getiri) modellerinin ikisi içinde yapılmıştır. Her iki model içinde ayrı ayrı etkin sayılan senaryolar belirlenerek bu etkin senaryolar yorumlanmıştır. Etkin olmayan senaryolar için hedef değerler belirlenerek, etkin olmama sebepleri ve etkin olabilmeleri için ulaşılması gereken hedef değerleri araştırılmıştır.

Bu çalışma 7 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, yapılan çalışma hakkında genel bilgiler verilmiş; ikinci bölümde benzetim ve veri zarflama analizi hakkında yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü bölümde, kullanılan metod ve tekniklerden bahsedilmiş; dördüncü bölümde problemin tanımı ve amaçlar açıklanarak iş akışı şeması oluşturulmuş, spor merkezindeki tüm süreçler açıklanmıştır. Beşinci bölümde, spor merkezinin Arena programında benzetim modeli oluşturulmuş ve modelde kullanılan tüm veri ve modüller açıklanmıştır. Altınca bölümde, oluşturulan iyileştirme senaryolarının veri zarflama analizi tekniğı ile görelî etkinlik ölçümleri yapılmış, etkin ve etkin olmayan senaryolar belirlenerek yorumlanmıştır. Yedinci ve son bölümde çalışmaların sonuçları açıklanmış ve önerilerde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Benzetim Literatür Araştırması

Azadeh vd. (2008), demiryolları sisteminde Benzetim ile Bütünleşik Veri Zarflama Analizi ve Analitik Hiyerarşi Prosesi modeli kullanarak iyileştirme ve en iyileme çalışması yapmışlardır. Benzetim modeli olarak SLAM dilini kullanmışlar ve sistemdeki trenlerin ortalama seyahat süresini kısaltmayı amaçlamışlardır. Benzetim modeli mevcut durumu analiz etmek için, Analitik Hiyerarşi Prosesi ise ağırlıkların belirlenebilmesi için kullanılmıştır. Son olarak oluşturulan alternatiflerin en iyisinin belirlenmesinde veri zarflama analizi tekniği kullanılmıştır.

Anderson vd. (2010), bir hastanenin acil servisindeki hasta akışının benzetim modelinin kurmuşlardır. Arena benzetim programı ile oluşturulan model, test edilip çalıştırılarak çıktılar analiz edilmiştir. Mevcut duruma alternatif birkaç adet iyileştirme senaryosu oluşturulmuştur. İlk senaryoda vardiya başına bir hemşire artırılmış ve hizmet verilen hasta sayısının 23 kişi arttığı, ikinci senaryoda hemşire sayısının 2 artırıldığında hizmet verilen hasta sayısının 9 arttığı görülmüştür. Başka bir senaryoda ise 1 yatak 1 hemşire artırıldığında hizmet verilen hasta sayısının 35 kişi arttığı belirlenmiştir.

Garcia vd. (1995), acil servis bölümünde durumu çok acil olmayan hastalara ayrı bir tedavi hattı öneren bir benzetim modeli oluşturmuşlardır ve bu hastaların bekleme sürelerini azaltmayı başarmışlardır.

Weng vd. (2011), bir hastanede yaptıkları çalışmada kesikli olay benzetimi ile darboğazları belirlemiş ve bekleme zamanlarını düşürebilmek amacıyla 32 adet iyileştirme senaryosu belirlemiştir. Veri zarflama analizi ile karar verme birimi olan senaryoların etkinlik analizleri yapılmış, etkin senaryolar belirlenmiştir. Etkinliklerin belirlenmesinde girdi olarak doktor, hemşire ve yatak sayıları kullanılmış; çıktı olarak doktor ve hemşire kullanım yüzdeleri ve sistemdeki ortalama bekleme süresi kullanılmıştır.

2.2. Veri Zarflama Analizi (VZA) Literatür Araştırması

Anderson vd. (2000), 6 girdi ve 5 çıktı belirleyerek 48 adet otelin etkinliklerinin araştırmışlardır. Yapılan çalışmada girdi olarak çalışan personel sayısı, yiyecek ve içecek harcamaları, oda sayısı ve kumar harcamaları alınmış; oda, yiyecek, içecek, kumar ve diğer gelirler ise çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir. Otellerin göreceli etkinlik analizleri yapılarak finansal yönden etkin ve etkin olmayan oteller belirlenmiştir.

Martin ve Roman (2001), veri zarflama analizi tekniğini kullanarak İspanya' daki havaalanlarının özelleştirilmesinden önceki performanslarının analizini yapmışlardır. 3 adet girdi ve 3 adet çıktı değişkeni belirlenerek 37 adet havaalanının görelî etkinlikleri ölçülmüştür. İşçilik giderleri, malzeme giderleri ve sermaye giderleri girdi olarak; kargo sayısı, hava trafiği ve yolcu sayıları ise çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışma 1997 yılının verileri kullanılarak yapılmış ve havaalanlarının görelî etkinlik skorları belirlenmiştir.

Luke vd. (1997), veri zarflama analizi ile şehir hastanelerinin teknik verimliliğini ölçmüşler ve etkinlik skorlarını belirleyerek analiz etmişlerdir. Çıkan sonuçlarda hastaneler 0,077 oranında verimli çıktığı, 0,90-1 etkinlik bandında hastanelerin 0,14 oranında verimli olduğu görülmüştür. Verimli hastaneler ile verimli olmayan hastaneler karşılaştırıldığında yaklaşık 45 milyon dolar işletme masrafı yapıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yılmaz ve Çıracı (2004), çalışmalarında 15 adet çimento fabrikasının etkinlik analizini gerçekleştirmişlerdir. Analizde kullanılan veriler 5 yıllık bir sürenin ortalaması alınarak elde edilmiştir. Yapılan veri zarflama analizinde işletme sermayesi/aktif toplam, cari oran, nakit oran ve asit-test oranı girdi değişkenleri olarak belirlenmiş; satış, özsermaye ve aktif karlılıkları ise çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir. Görelî etkinlik ölçümü sonucunda 6 çimento fabrikası etkin bulunmuştur.

3. KULLANILAN YÖNTEM VE TEKNİKLER

3.1. Benzetim

Kompleks sistemlerin tasarlanması ve analiz edilmesinde kullanılabilen en güçlü analiz araçlarından biriside benzetimdir. Benzetim, bir sistemin zaman içerisindeki işleyişinin taklididir. Belirli koşullar ve belirli bir zaman altında sistemin işleyişinin gözlemlenebilmesi için sistemin modellenmesi de benzetim olarak tanımlanabilir. Başka bir tanım olarak benzetim, gerçek hayattaki olay ve işlemlerin zamana bağlı olarak sanal bir ortamda taklit edilmesidir (Yılmaz, 2007).

Benzetim, bir sistemin belli bir zaman periyodunda ve çalışma koşullarındaki performansının tahmin edilmesi amacıyla sistemin bilgisayar modelini kullanan bir analiz aracıdır (Law ve Kelton, 2007).

Genellikle karmaşık yapılara, büyük boyutlara ve belirsizliklere sahip olan hizmet ve üretim sektörlerinde faaliyet gösteren işletmelerin karmaşık problemlerinin çözümünde analitik metodlar zor veya imkansız olabilir. Bu yüzden bu tarz sistemlerde problemin en iyi şekilde incelenmesi için benzetim kullanılabilir (Gündüz, 2005).

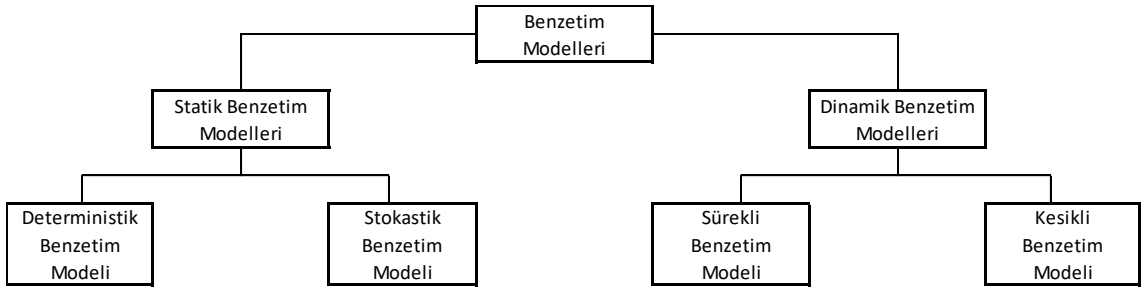
Sistemlerdeki rastlansal yapılar ve sistemin elemanları arasındaki kompleks ilişkilerin analitik modeller ile tam olarak yansıtılmadığı durumlarda, benzetim sistemi kullanılmalıdır (Law ve Kelton, 2000).

Benzetim, gerçek bir sistemin modelini tasarlama süreci ve sistemin işlemesi için sistemin davranışlarını anlamak veya değişik stratejileri değerlendirmek amacı ile bu model üzerinde denemeler yapmaktır (Halaç, 1982 : 1).

Benzetim, gerçekteki bir sistemi gözlemleyebilmek için yapılacak en iyi şeydir. Bir bilgisayar modelinin çalıştırılmasıyla sistemin davranışı hakkında bilgilerin toplanmasına yarar (Taha, 2007 : 665).

3.1.1. Benzetim türleri

Sistem veya sürecin durumuna göre benzetim modellerini statik ve dinamik olarak 2 ye ayrılır. Statik modeller benzetimdeki değişkenlerin olasılıksal olup olmamasına göre deterministik (belirli) ve stokastik (olasılıksal) olarak, dinamik modeller ise sistem değişkenlerinin değişiminin zaman içinde gözlenmesine göre kesikli ve sürekli olarak sınıflandırılır (Özden, 2008).



Şekil 3.1. Benzetim türleri.

Statik benzetim modeli

Zaman boyutunun yer almadığı sistemin herhangi bir zamandaki durumunu gösterir. Monte Carlo benzetiminin bir örneğidir. Örneğin, hizmet sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin belirli bir zamanda hizmet vermesi gereken m adet müşteri olduğunu varsaydığımızda, bu hizmetin kaç dakikada verildiği bu benzetim türünde önemli değildir.

Deterministik benzetim modeli : Rassal değişkenler içermeyen benzetim modelidir. Hiçbir rassal değişken içermediğinden her bir girdi için belirli ve her denemede aynı değerin çıktığı olarak alındığı modeldir.

Stokastik benzetim modeli : Bir yada birden fazla rassal değişken içeren modeldir. Stokastik modelde rassal değişkenlerin alacakları değerlere göre çıktılar farklılık gösterebilir. Örneğin, bir hizmet işletmesindeki müşteri gelişleri arasındaki geçen zamanlar ve verilen hizmetlerin süreleri rassal değişkenlerdir.

Dinamik benzetim modeli

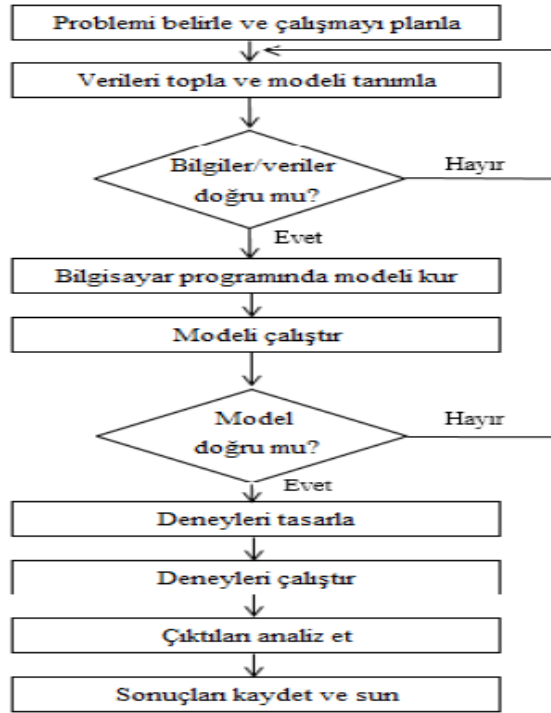
Sistemin zamandaki değişimini gösteren yani sistemin çalışma zamanına göre yapılan modeldir. Bu tarz modellerdeki varlıklar ve değişkenler zaman içerisinde birbirleri ile etkileşim ve değişim gösterirler. Örneğin, bir benzetim modelinin 12 saatlik bir zaman dilimi için çalıştırılması. Bu model Kesikli ve Sürekli Modeller olarak 2 farklı tipte değerlendirilir.

Kesikli benzetim modeli : Değişkenlerin, zaman içerisindeki değişimlerinin sadece belirli ve kesikli noktalarda değiştiği modeldir. Örneğin, bir sisteme müşterinin geldiği ve ayrıldığı anlarda değişmesi gibi.

Sürekli benzetim modeli : Durum değişkenlerinin süreç içerisinde sürekli olarak değiştiği modeldir. Hareket halindeki bir aracın hızı, yönü, konumu gibi durum değişkenleri sürekli olarak değiştiği için sürekli sisteme bir örnek olarak verilebilir.

3.1.2. Benzetim çalışmasının adımları

Benzetimin çalışma adımları Şekil 3.2' de verilmiştir.



Şekil 3.2. Benzetimin adımları (Law, 2008).

3.1.3. Benzetimin avantajları

Benzetimin avatajları şu şekilde sıralanabilir (Banks vd., 1996 : 23-24) :

- Yeni politikalar, operasyon prosedürleri, karar kuralları, bilgi akışları, organizasyonel prosedürler ve birçoğu, gerçek sistemin devam eden faaliyetleri aksatmadan incelenebilir ve keşfedilebilir.
- Yeni yazılım dizaynları, fiziksel akışlar, ulaştırma sistemleri ve birçoğu için kaynak satın alımlarına gerek duymaksızın, tüm testleri yapılabilir.
- Bazı olayların nasıl ve niçin oluştuğuna dair hipotezler, uygunluk için test edilebilir.
- Ekonomik inceleme olaylarının hızlandırılması veya yavaşlatılması için zaman uzatılabilir yada kısaltılabilir.

- Değişkenlerin birbirleriyle etkileşimleri hakkında bilgi edinilebilir.
- Sistemin performansı üzerinde rol oynayan değişkenlerin önemleri hakkında bilgi edinilebilir.
- Süreç içerisindeki darboğaz analizleri ile işin nerede geçtiği tespit edilebilir.
- Benzetim çalışması kişilerin sistemi nasıl yöneteceklerini düşünmelerinden çok nasıl yöneteceklerini anlamalarını sağlar.
- “Eğer olursa – ne olur” sorularına cevap verilebilir. Bu özellikle yeni sistemlerin tasarımında kullanılır.

Benzetimin yukarıdaki avantajlarına ek olarak, kurulan modelin istenilen koşullarda ve yüksek tekrarlarda çalıştırılarak kısa sürelerde sonuçların görülebilmesine imkan sağlar. Analitik çözümlerin yetersiz kaldığı karmaşık sistemlerin kolayca analiz edilebilmesine olanak sağlar ve sistemi görselleştirir.

3.1.4. Benzetimin dezavantajları

- Benzetim modellerini oluşturmak özel eğitim ve çalışmalar gerektirir.
- Benzetim sonuçlarının yorumlanması çoğu zaman zordur. Bazen çıktılarını, sistemdeki değişkenlerin etkileşimlerinden mi yoksa rassallıktan mı kaynaklandığını gözlemleyebilmek zor olabilmektedir.
- Benzetim modellemeleri ve analizleri çok maliyetli olabilmekte ve yorumlaması uzun zaman alabilmektedir.
- Benzetim modelleri tektir.
- Analitik çözümlerin mevcut ve tercih edilebilir olduğu durumlarda benzetim kullanımı uygun olmayabilir.
- Doğrusal programlamalarda elde edilen en iyi çözüm, benzetim ile elde edilemeyebilir.
- Benzetimin iyi bir sonuç üretebilmesi için tüm kısıtların ve yeterli girdinin olması gerekir aksi takdirde sonuç üretmez (Banks vd., 1996 : 23-24).

3.2. Veri Zarflama Analizi (VZA)

3.2.1. Verimlilik

Verimlilik kavramının farklı kaynaklarda farklı tanımları olmasıyla beraber, genellikle verimliliğin matematiksel boyutu $\text{Verimlilik} = \text{Çıktı} / \text{Girdi}$ olarak ifade edilmektedir (Prokopenko, 1992). Verimlilik, bir dönemde gerçekleşen çıktılar ve bu çıktıları elde etmek için kullanılan girdilerin, arasındaki ilişkidir (Tanyaş, 2000). Başka bir ifadeyle verimlilik, üretim için kullanılan kaynaklardan ne düzeyde yararlandıığının bir ölçüsüdür. Verimlilikte amaç, en yüksek çıktının en düşük girdi ile elde edilmesidir.

Verimlilik oranları tek başına bir şey ifade etmeyebilir. Bir veya birden fazla sistemin aynı yada farklı dönemlerdeki verimlilik oranları veya verimlilik katsayılarının kıyaslanması ile anlamlı değerlendirmeler yapılabilir.

3.2.2. Etkinlik

Etkinlik, sistem girdilerini ne ölçüde iyi kullanarak çıktı oluşturulabileceğini ifade eden bir kavramdır. Yani mevcut girdi ile maksimum çıktıyı elde edebilmek veya aynı girdi miktarını daha az girdi ile elde etmek şeklinde tanımlanır (Budak, 2010). Etkinlik, amaçlar ile ilgili bir kavram olmakla birlikte amaçların gerçekleşme düzeyini elde edilen sonuçlarla ilişkilendirerek belirler (Akal, 2005).

Teknik etkinlik

Teknik etkinlik, ilk defa 1951 yılında Koopmans tarafından tanımlanmıştır. Bir çıktıda artış, başka bir çıktıda azalış gerektiriyorsa veya bir girdideki azalış, başka bir girdide artış gerektiriyorsa teknik etkinliğin var olduğu söylenebilir (Budak, 2010). Başka bir ifadeyle, eğer bir karar verme birimi başka bir karar verme birimi ile eşit çıktıyı en az 1 girdiyi daha az miktarda kullanarak üretiyorsa teknik verimliliğe sahiptir (Aslankaraoğlu, 2006). Buna göre bir karar verme birimi eğer teknik etkin değilse girdilerini boşa harcamış (israf etmiş) demektir.

Ölçek etkinliği

Bir sistemin girdilerindeki değişikliklerin, çıktılarda oluşturduğu değişiklikler, ölçeğe göre getiri olarak tanımlanmaktadır. Sabit getiri, değişken getiri olarak 2 durum söz konusudur.

Ölçeğe göre sabit getiri (Constant Returns to Scale) – CRS : Girdideki bir birim artış miktarının çıktıda da bir birim artışa neden olduğu durumdur.

Ölçeğe göre değişken getiri (Variable Returns to Scale) – VRS : Girdideki bir birim artış, çıktıda bir birimden fazla artışa neden oluyorsa ölçeğe göre artan getiri (irs), bir birimden az çıktıya neden oluyorsa ölçeğe göre azalan getiri (drs) olarak tanımlanır.

3.2.3. VZA tarihsel gelişimi

Veri zarflama analizi ilk olarak kar amacı gütmeyen kamu kuruluşlarında performansları ölçmek için geliştirilmiştir (Aslankaraoğlu, 2006). İlk veri zarflama modeli, 1957 yılında Farrell' in yapmış olduğu çalışmaları temel alarak, 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen ve günümüzde CCR modeli olarak bilinen modeldir. Bu model ölçeğe göre sabit getiri varsayımı ile karar verici birimlerin teknik etkinliklerinin ölçümünde kullanılmıştır. 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper tarafından model üzerinde yapılan değişiklikler ile ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında BCC modeli olarak bilinen yeni bir model geliştirilmiştir. Bu model ile hem ölçek hem teknik verimlilik ölçülebilir hale gelmiştir. VZA günümüzde çok girdili ve çok çıktılı durumlarda, oran analizi ve parametrik yöntemlerin aksine, çözüme yönelik oldukça geniş olanaklar sunmaktadır. Sonraki dönemlerde toplamsal ve çarpımsal vb. modellerde geliştirilmiştir.

3.2.4. VZA tanım

Veri zarflama analizi, ürettikleri hizmet veya mal açısından birbirine benzeyen KVB' lerininin görelî etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilmiş, parametrik olmayan bir yöntemdir (Boussofiane, 1991).

Veri zarflama analizi, veri odaklı karar verme birimleri olarak adlandırılan bir kümenin çoklu girdilerinin, çoklu çıktılara dönüşümündeki performansının değerlendirilmesini sağlayan bir yaklaşımdır (Cooper vd., 2004). Başka bir tanıma göre veri zarflama analizi farklı birimlerle ölçülmüş birden fazla girdinin ve çıktının karşılaştırılmasının zor olduğu durumlarda KVB' lerinin görelî performanslarını ölçmeyi sağlayan bir doğrusal programlama tekniğidir (Aslankaraoğlu, 2006).

Bir girdili ve bir çıktılı analizlerde kullanılan oran analizi en çok kullanılan performans ölçme tekniğidir. Ancak tek girdili ve tek çıktılı bir analiz olduğu için etkinlik ölçmede yeterli değildir. Parametrik bir yöntem olan regresyon analizinde ise birden fazla girdi ve sadece bir çıktının olduğu durum incelenebilmektedir. Bunlara karşın çok girdili ve çok çıktılı durumlarda etkinlik oranlarını hesaplamak oldukça zordur. Bu yöntemlerin yetersiz kaldığı çok girdili ve çok çıktılı durumlarda oldukça anlamlı sonuçlar üretebilen doğrusal programlama temelli veri zarflama analizi karşımıza çıkmaktadır.

Veri zarflama analizinin etkinlik ölçme tekniği şu şekildedir (Baysal vd., 2004 : 438) :

Gözlem kümesinde sınır olarak belirlenecek olan en az girdi ile en çok çıktıyı üreten gözlemler belirlenir. Belirlenen sınır referans olarak kabul edilir ve etkin olmayan KVB' lerinin bu sınıra uzaklığı (veya etkinlik düzeyleri) radyal olarak ölçülür. Herbir karar verici birim için matematiksel model oluşturularak doğrusal programlama tekniği ile çözüm yapılır.

3.2.5. VZA nin uygulama aşamaları

Veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü aşağıdaki adımlardan oluşur :

Karar verme birimlerinin seçilmesi

Veri zarflama analizi, girdi ve çıktılara bağlı olarak birimlerin etkinlik ölçümlerinin yapılmasını sağlar. Etkinlikleri ölçülen bu birimlere Karar Verme Birimi denilir (Cooper vd., 2004). Karar verme birimlerinin seçiminde hangisinin uygun olduğu incelenen konuya ve amaçlara bağlıdır. Karar verme birimleri seçiminde dikkat edilmesi gereken nokta, seçilen karar verme birimlerinin benzer amaçla aynı görevleri yerine getiriyor olması ve aynı şartlarda çalışarak, aynı girdi ve çıktılarla etkinliklerinin ölçülebiliyor olmasıdır (Oruç, 2008).

Karar verme birimlerinin seçiminde rol oynayan en önemli iki faktör homojenlik ve karar verme birimi sayısıdır. Karar verme birimlerinin homojen olmasından kasıt benzer görev faaliyetleri yerine getiriyor olmalarıdır. Diğer faktör olan karar verme birimi sayısının belirlenmesi, etkinlik ölçümü açısından çok önemli bir konudur. Karar verme birimi sayısının belirlenmesinde çeşitli görüşler mevcuttur. Bunlardan bazıları :

Minimum karar verme birimi sayısı, girdi ve çıktı sayısının toplamından bir fazla olmalıdır (Boussofione, 1991). Diğer bir görüşe göre, KVB sayısı, girdi ve çıktı sayısının toplamının iki veya üç katı olmalıdır (Ramonathan, 2006 : 1304).

Girdi ve çıktıların seçimi

Veri zarflama analizinde KVB' lerinin etkinlikleri seçilen girdi ve çıktılar ile ölçülebilmektedir. Bundan dolayı girdi ve çıktı seçimleri önemlidir. Girdi ve çıktıların belirlenmesinde, belirli bir yöntem bulunmamaktadır. Girdi ve çıktı seçimi, veri zarflama analizinin doğru sonuçlar verebilmesi açısından önemli bir etmendir. Modeldeki önemli bir girdi veya çıktı değişkeni gözardı edilirse bu değişkeni etkin kullanan KVB lerinin etkinlik skorları düşük çıkacaktır. Modele eklenecek yeni girdi veya çıktılar ile daha önce etkin olmayan karar verme birimlerinin, etkinlik sınırı üzerinde yer aldıkları görülmüştür. Ancak çok fazla girdi ve

çıktı eklenmesini VZA' nin ayrıştırma gücünü düşürmektedir. Bundan dolayı girdi ve çıktı sayısının optimum düzeyde tutulması gereklidir.

Etlilik ölçümünün sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için girdi ve çıktı senaryoları oluşturularak veri zarflama analizi ile değerlendirilerek, süreci iyi temsil edecek girdi ve çıktılar oluşturulabilir (Güçlü, 1999). Daha az girdi ile aynı miktarda çıktının elde edilebileceği veya aynı girdi miktarı ile daha çok çıktının elde edilebileceği, girdi ve çıktılar seçilmelidir (Özdemir ve Demirelli, 2013 : 220-221).

Verilerin elde edilebilirliği ve güvenilirliği

Veri zarflama analizi için girdi ve çıktı değişkenleri belirlendikten sonra her KVB için bu girdi ve çıktı değişkenleri elde edilmelidir. Herhangi bir KVB için elde edilemez ise söz konusu girdi yada çıktı etkinlik değerlendirmesinden çıkartılmalıdır. Verilerin elde edilebilirliği kadar güvenilir olması da önemlidir. Doğru olmayan bir veri hem ait olduğu karar verme birimini hemde görelilikten dolayı tüm karar verme birimlerinin etkinliğini etkileyebilir.

VZA modelinin belirlenmesi ve görelilik ölçülmesi

VZA modelleri girdi yönlü ve çıktı yönlü olmak üzere ikiye ayrılır. Hangi modelin seçileceği girdiler ve çıktılar üzerindeki kontrole göre belirlenir. Eğer çıktılar kontrol edilemiyorsa girdi yönlü model seçilmeli, girdiler kontrol edilemiyorsa çıktı yönlü model seçilmelidir. Yapılan çalışmalarda girdi ve çıktılar üzerindeki kontrole tam olarak karar verilemiyorsa toplamsal modeller kullanılmalıdır. Ölçeğe göre sabit veya ölçeğe göre değişken getiri seçimi uygulamaya göre farklılık göstermektedir. Eğer KVB' lerinin etkinlikleri işleyiş ölçeğine bağlı ise ölçeğe göre değişken getiri (VRS), bağlı değil ise ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımı seçilmelidir (Özden, 2008).

Görelilik ölçümü için kullanılmak üzere birçok paket program geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları : DEA-Solver, DEAP, Win4Deap, EMS dir. Bu yazılımlar, model çözümlerinde kolaylık sağlamakta, raporlama ve sunum yapabilmektedir. Ancak bu programlar kullanıcıyı, verilerdeki olası hatalara veya yanlış girdi – çıktı seçimine karşı uyarılmadıklarından dolayı dikkatli olunmalıdır.

Referans grupları

Veri zarflama analizinde, karar verme birimleri etkin veya etkin olmayanlar olarak belirlenir. Veri zarflama analizi, karar verme birimlerini etkin karar verme birimleri ile kıyaslayarak etkinlik analizlerini yapmaktadır. Araştırmadaki etkin olmayan KVB' nin kendileri

için baz aldıkları etkin KVB' n den oluşan kümeye "Referans kümesi" denilir. Bu referans kümelerine göre, etkin olmayan karar verme birimlerinin girdi ve çıktı değerlerinde yapılacak değişimler ile etkin hale getirilmeleri ve bu etkinlik için girdi çıktı değişkenlerindeki yapılması gereken değişim miktarlarının tespitinin edilmesi sağlanabilir yani hedef değer belirlemesi yapılabilir. Bu hedefler KVB' nin referans kümesindeki etkin KVB' lerinin ağırlıklı ortalaması olarak belirlenir.

Sonuçların değerlendirilmesi

Etkin olan ve olmayan karar verme birimleri belirlendikten sonra, etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin hale getirilmesi için yönetsel alınacak tedbirlere karar verilir. Kullanılan fazla kaynak miktarları veya verimsizlikler belirlenerek iyileştirmeler için yapılması gerekenler belirlenir.

3.2.6. VZA modelleri

Veri zarflama analizi, matematiksel programlama temelli olarak çalışan, aynı amaç doğrultusunda çalışan karar birimleri arasında göreceli etkinlik analizi yapmak için kullanılan bir tekniktir. Bu tekniğin temelleri 1957 yılında Farrell tarafından atılmış, daha sonra 1978 yılında Charnes, Cooper, Rhodes tarafından geliştirilerek CCR modeli ortaya konmuştur. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanan CCR modeli, KVB' lerinin arasındaki toplam etkinliği ölçmektedir. 1984 yılında ise Banker, Charnes, Cooper isimli bilim adamları tarafından BBC modeli ortaya konmuş ve ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında teknik etkinlikler hesaplanmıştır. Veri zarflama analizinde en çok kullanılan modeller CCR ve BCC modelleridir. Karar vericinin etkinlik türünü önemsemediği durumlarda ise toplamsal modeller kullanılabilir. Veri zarflama analizi, girdi ve çıktı yönlü olmak üzere iki yönlü olarak kullanılabilir. Yani sabit girdi ile daha fazla çıktı elde etme ve aynı çıktıyı daha az girdi ile elde etme yaklaşımlarına göre etkinlik ölçümleri yapılabilmektedir. Girdiler üzerinde kontrol sağlanamıyorsa çıktı yönelimli model, çıktılar üzerinde kontrol sağlanamıyorsa girdi yönelimli bir model kullanılmalıdır (Özden, 2008).

Veri zarflama analizi modelleri amaç fonksiyonları, öncelikle kesirli (oransal) model olarak ortaya konmuştur. Ancak verimlilik kavramını yansıtan bu amaç fonksiyonu doğrusal bir model olmadığından dolayı çözüm sırasında bazı güçlükler yaşanmaktadır. Bundan dolayı bu oransal model doğrusal modele dönüştürülerek kullanılmaktadır. Veri zarflama analizinin Charnes vd. (1978) tarafından tanımlanan orijinal modeli aşağıda verilmiştir (Boussofione vd., 1991; Haas ve Murphy, 2003) :

$j = 1, \dots, n$ karar verme birimleri,

$i = 1, \dots, m$ girdiler,

$r = 1, \dots, s$ çıktılar,

$e_0 = (\text{karar verme birimi})_0$ ' in görelî etkinliği,

$x_{i0} = (\text{karar verme birimi})_0$ ' in i . girdisi,

$y_{r0} = (\text{karar verme birimi})_0$ ' in r . çıktısı,

$y_{rj} = j$. karar verme biriminin r . çıktısı,

$v_i = i$. girdinin ağırlığı,

$u_r = r$. çıktının ağırlığı olmak üzere,

Amaç Fonksiyonu :

$$\text{Max } e_0 \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{i0}} \quad (3.1)$$

Kısıtlar :

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1 ; j = 1, 2, \dots, n \quad (3.2)$$

$$u_r, v_i \geq 0 ; r=1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m \quad (3.3)$$

CCR modeli

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında tanımlanan ilk ve temel VZA modelidir. Bu model, ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanmakta ve toplam etkinliği hesaplamaktadır.

CCR modeli kesirli bir programlama modeli olduğundan dolayı çözümde zorluklar yaşanmaktadır. Bundan dolayı, amaç fonksiyonunun paydası 1' e eşitlenmesi ve bu eşitliğin modele bir kısıt olarak eklenmesiyle model doğrusal şekilde dönüştürülmektedir. CCR modeli girdiye ve çıktıya yönelik olarak 2 şekilde değerlendirilir. Girdiye ve çıktıya yönelik CCR modellerinin matematiksel formülasyonu aşağıda verilmiştir (Norman ve Stoker, 1991; Seiford ve Zhu, 1999) :

Girdiye yönelik CCR modeli

Amaç Fonksiyonu :

$$\text{Max } e_0 \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj_0} \quad (3.4)$$

Kısıtlar :

$$\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} \leq 0 ; j = 1, 2, \dots, n \quad (3.5)$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{ij_0} = 1 \quad (3.6)$$

$$U_r, V_i \geq 0 ; r=1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m \quad (3.7)$$

Bu modelde girdilerin ağırlıklar ile çarpımları toplamı 1 e eşit olmalıdır. Model çözümünde girdi ve çıktı ağırlıkları için uygun değerler seçilerek, karar verme birimlerinin ağırlıklı çıktı toplamının en büyüklmesi amaçlanır.

Çıktıya yönelik CCR modeli

Amaç Fonksiyonu :

$$\text{Min } e_0 \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} \quad (3.8)$$

Kısıtlar :

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{ij} - \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} \geq 0 ; j = 1, 2, \dots, n \quad (3.9)$$

$$\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj_0} = 1 \quad (3.10)$$

$$U_r, V_i \geq 0 ; r=1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m \quad (3.11)$$

Çıktıya yönelik bu modelde, n adet karar verme biriminin ağırlıklı girdilerinin toplamının enküçüklenmesi amaçlanmaktadır.

BCC modeli

Bu model Banker, Charnes ve Cooper tarafından 1984 yılında geliştirilen ve ölçeğe göre değişken getiri varsayımını temel alan bir modeldir. Bu model ile karar verme birimlerinin teknik etkinlikleri ölçülebilmektedir. BCC modeli girdiye ve çıktıya yönelik olarak 2 ye ayrılır. Girdiye ve çıktıya yönelik BCC modellerinin matematiksel formülasyonları aşağıdaki gibidir (Norman ve Stoker, 1991; Seiford ve Zhu, 1999) :

Girdiye yönelik BCC modeli

Amaç Fonksiyonu :

$$\text{Max } e_0 \sum_{r=1}^s Ur Yrj_0 + c_0 \quad (3.12)$$

Kısıtlar :

$$\sum_{r=1}^s Ur Yrj - \sum_{i=1}^m Vi Xij + c_0 \leq 0 ; j = 1,2,\dots,n \quad (3.13)$$

$$\sum_{i=1}^m Vi Xij_0 = 1 \quad (3.14)$$

$$ur, vi \geq 0 ; r=1,2,\dots,s ; i = 1,2,\dots,m ; c_0 \text{ serbest} \quad (3.15)$$

Bu model girdi yönlü CCR modeli ile çok benzerdir. İki model arasındaki fark, BCC modeli yeni bir değişken olan c_0 'ın eklenmiş olmasıdır. Modelin çözümünde bu değişkenin pozitif bir değer alması, karar verme biriminin ölçeğe göre azalan getiri; negatif bir değer alması ise karar verme biriminin ölçeğe göre artan getiri durumunda olduğunu gösterir. Bu değişkenin 0 değerine eşit olması ise ölçeğe göre sabit getiri durumunu gösterir.

Çıktıya yönelik BCC modeli

Amaç Fonksiyonu :

$$\text{Min } e_0 \sum_{i=1}^m Vi Xij_0 - c_0 \quad (3.16)$$

Kısıtlar :

$$\sum_{i=1}^m Vi Xij - \sum_{r=1}^s Ur Yrj - c_0 \geq 0 ; j = 1,2,\dots,n \quad (3.17)$$

$$\sum_{r=1}^s Ur Yrj_0 = 1 \quad (3.18)$$

$$ur, vi \geq 0 ; r=1,2,\dots,s ; i = 1,2,\dots,m ; c_0 \text{ serbest} \quad (3.19)$$

Bu model de çıktıya yönelik CCR modeli ile benzerlik göstermektedir. İki model arasındaki fark BCC modeline konvekslik kısıtı eklenerek ölçeğe göre değişken getirinin sağlanmış olmasıdır.

4. PROBLEMİN TANIMI VE AMAÇLAR

4.1. Spor Merkezi Hakkında Genel Bilgi

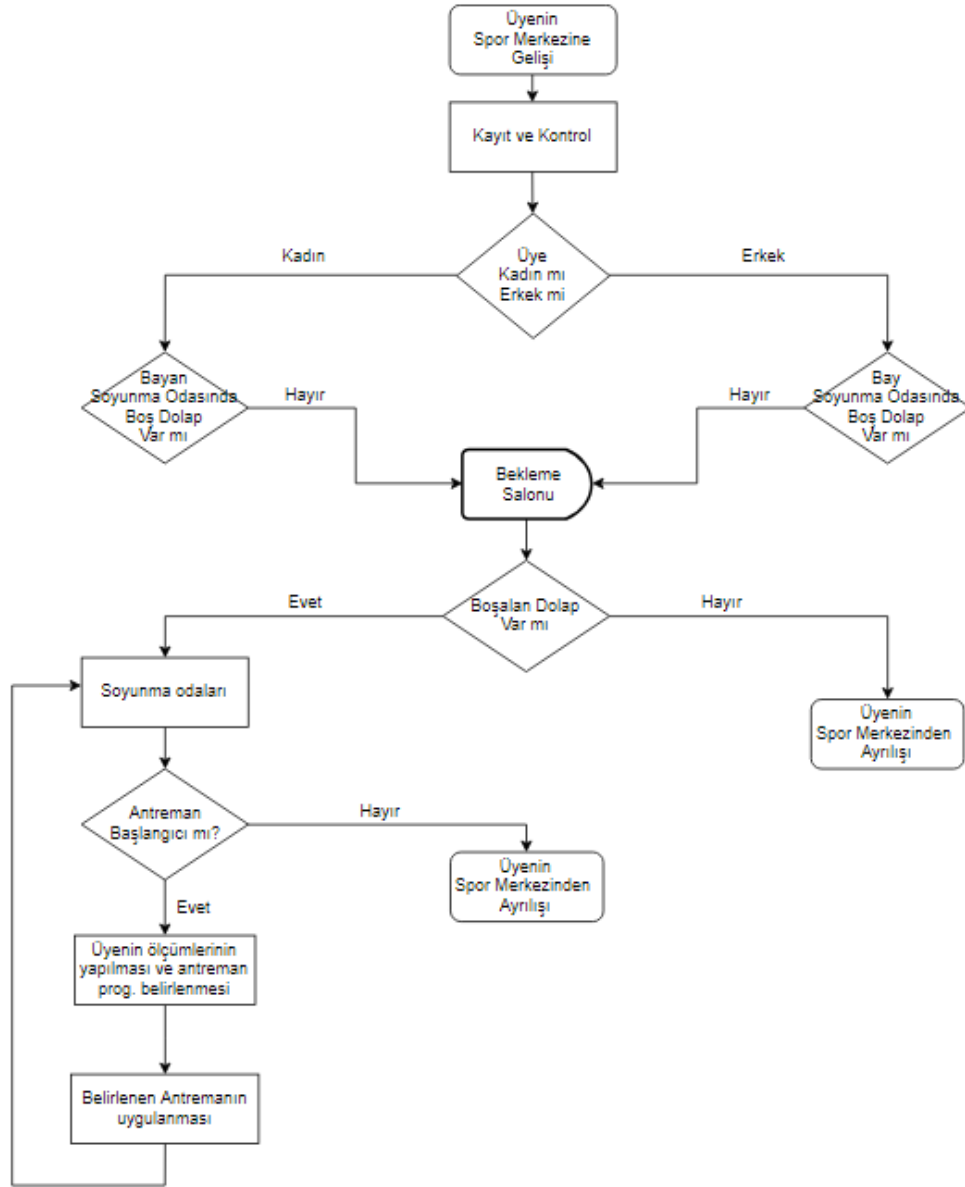
Bu çalışma kapsamında incelenen spor merkezinde müşterilerin geçmiş bir yıllık süreç içerisindeki, spor merkezine geliş zamanları ve geliş sayıları verileri, uygulanan antrenman programları, mevcut makine sayı ve kapasiteleri bir benzetim programı yardımıyla modellenerek, sistemin analizi yapılmış ve makine-ekipman kullanım süreleri, oranları, darboğaz yaşanan makineler, bekleme süreleri, ortalama antrenman süreleri gibi veriler elde edilmiştir.

Bu analiz ve elde edilen veriler sayesinde yöneticilerin gelecek dönemlerdeki iş planlarını oluşturabilmeleri ve yapılabilecek makine-ekipman yatırımlarını öngörebilmeleri sağlanmıştır. Spor merkezindeki mevcut kullanılabilir alan ve maddi kısıtlar dikkate alınarak yapılabilecek makine yatırımları ve antrenör sayısı artırımları belirlenerek senaryolaştırılmış, bu senaryoların göreceli etkinlik analizleri VZA tekniği ile yapılmıştır. Verimli olan senaryolar belirlenmiş, müşteri memnuniyeti ve abone sayısı gelirlerini artırma amaçlı önerilerde bulunulmuştur.

İncelemeye konu olan Extreme Spor Merkezleri, 2012 yılında kurulmuş ve şu anda 3 farklı lokasyonda hizmet vermeye devam etmektedir. Spor merkezinde fitness, zumba, plates, spinning gibi hizmetler verilmektedir. Yapmış olduğumuz çalışmada incelenecek olan bölüm yalnızca fitness bölümü olacaktır. Fitness antrenmanları, profesyonel antrenörler eşliğinde yapılmakta, kişinin amaçladığı fiziğe sahip olması için uygun antrenman programları oluşturulmaktadır.

Günümüzde sağlığını korumak, güçlü kalmak, kilo vermek ve fiziksel aktivitelerde bulunmak isteyen kişilerin sayıları artmış ve dolayısıyla spor merkezlerine olan talepte yükselmiştir. Rekabetinde arttığı bu sektörde müşterilere daha iyi hizmet sunmak ve müşteri memnuniyetini artırmak zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu sebeplerden dolayı abone sayısı ve memnuniyeti artırmak amacıyla spor merkezinin incelenmesine karar verilmiştir.

4.2. Spor Merkezi İş Akışı



Şekil 4.1. Spor merkezi iş akış şeması.

İncelenen spor merkezinin iş akışının oluşturulması amacıyla, üye gelişleri, uygulanan antrenman programları, salon kapasitesi ve yerleşimi, antrenman hareketlerinin uygulanma süreleri gözlemlenmiştir. Spor merkezi çalışma saatleri, personel atamaları ve çalışma süreleri hakkında bilgiler yöneticiler ile yapılan mülakatlar ile elde edilmiştir. Gözlemler ve sözlü mülakatlar ile elde edilen veriler haricindeki diğer veriler, spor merkezinde kullanılan bilgi sistemi veri tabanından alınmıştır. Toplanan veriler ışığında oluşturulan iş akış şeması Şekil 4.1 de verilmiştir.

4.2.1. Üye geliş süreci

Spor merkezi, müşterilerine haftanın 7 günü ve gün içerisinde 09:00 – 23:00 saatleri arasında olmak üzere günde 14 saat hizmet vermektedir. Üyelerin gelişleri için herhangi bir gün veya saat sınırı bulunmamaktadır. Spor merkezinin açık olduğu saatler içerisinde 7' şer saatlik vardiyalar halinde, 2 adet profesyonel fitness antrenörü görev yapmaktadır. Fitness antrenörleri, gelen kişilere kayıt, kayıt kontrol, vücut yağ oranı ölçümü, beden ölçülerinin alınması, kişiler için uygun antrenman programlarının belirlenmesi, uygulanması ve takibinin yapılması gibi konularda yardımcı olmaktadır.

Spor merkezine ilk kez gelen üyeler, görevli fitness antrenörü tarafından karşılanmakta, kendilerine izlenen süreç ve fiyatlar hakkında bilgi verilmekte olup spor merkezine abonelik yaptırmak isteyen üyelerin kayıtları oluşturulmaktadır. Tüm üye kayıtları ve üyeler hakkındaki tüm bilgiler spor merkezi bilgi sistemi veri tabanında kayıt altında tutulmaktadır. Üyelere özel hazırlanan dijital abonelik kartları ile üyelik durumları ve giriş zamanları kayıt ve kontrol altında tutulmaktadır.

Spor merkezine gelen üyelerin, kayıt esnasında kendi adlarına düzenlenen bir dijital kart yardımıyla antrenör tarafından kayıtları kontrol edilir. Kayıt kontrolü yapılan üyeler, üyelik kayıtları mevcut ise kendilerine bir dolap anahtarı verilerek soyunma odasına yönlendirilmektedirler. Bay soyunma odasında kullanılabilir 36 adet kilitli dolap, bayan soyunma odasında ise 18 adet kilitli dolap mevcuttur. Kısıtlı sayıda dolap olmasından dolayı üye gelişlerinin yoğun olduğu saatlerde, dolapların tümü kullanımda olabilmekte ve yeni gelen üyeler için boş dolap kalmamaktadır. Böyle durumlarda gelen üyeler bekleme salonuna alınmakta ve antrenmanını bitirip çıkış yapacak olan bir üyenin dolabını boşaltmasını beklemektedirler. Boşalan dolap antrenör tarafından kontrol edilip, temizlenerek beklemekte olan üyeye tahsis edilmektedir. Ancak bekleme salonundaki bekleme süreleri bazen çok uzun sürebilmektedir. Böyle durumlarda bazı üyeler bir süre bekledikten sonra sıkılıp, antrenman yapmadan gidebilmektedirler. Buda müşteri memnuniyetsizliğine sebep olan başlıca nedenlerden biridir. Yapılan bu çalışmadaki başlıca amaçlardan biride bu bekleme süresini en aza indirmektir.

Aboneliğin ve mevcut kullanılabilir dolabın olduğu durumlarda, gelen üyenin üyelik kartı sisteme okutularak kendisine dolap anahtarı verilmekte ve soyunma odasına antrenman hazırlanmak üzere gönderilmektedir.

4.2.2. Antreman süreci

Üyelik kontrol sürecinden sonra, antreman için hazırlanan üyeler, antremana başlamadan önce antrenör ile görüşme yapmaktadırlar. Bu görüşmede antrenör tarafından üyelerin boy, kilo, vücut yağ oranı ölçümleri yapılmaktadır. Daha sonra, önceden geçirmiş veya hala devam eden sağlık sorunları hakkında üyelerden bilgiler alınmaktadır. Son olarakta üyenin amaçladığı vücut tipi ve günlük yaşantısı hakkında bir görüşme yapılır. Antrenör aldığı tüm bu bilgileri değerlendirerek, önce üye için uygun bir antreman türü belirler ve üyeye bir beslenme programı önerir. Daha sonraki süreçte ise antrenör üye için uygun bulduğu antreman programını, yapması gereken tüm hareketleri, fitness salonu içinde uygulamalı olarak gösterir.

Üyelerin, boy kilo oranları, vücut yağ oranları, spor geçmişleri, beslenme alışkanlıkları, yaşam biçimleri birbirlerinden farklılık gösterdiğinden dolayı üyeler farklı antreman programlarına tabi tutulmaktadırlar. İşte bu çerçevede spor merkezinde uygulanan birçok farklı antreman programı mevcuttur. Bu antreman programları, salonda görev yapan 1. ve 2. kademe fitness antrenörleri tarafından oluşturulmuş ve herbir üyeye uygulanacak olan antreman programı, bu programlar arasından seçilerek uygulanması sağlanmaktadır. Üyelerin kendileri için uygun olan program haricinde başka bir antreman programı uygulamalarına müsaade edilmemektedir. Ancak üyelerin bir aşama kaydetmeleri ve antrenörün bu konudaki görüşleri doğrultusunda, antreman programları yine antrenörler tarafından değiştirilmektedir.

Spor merkezinde erkek üyeler için uygulanan 6 farklı program, kadın üyeler için 4 farklı program mevcuttur. Ancak bu programlardan bazıları hergün farklı bir kas grubunu çalıştırmak amacıyla 2, 3, 4 ve 5 farklı güne bölünerek uygulanmaktadırlar. Erkekler için uygulanan antreman programlarında; 1. ve 2. antreman programları kardiyo içerikli ve bir güne yayılmış olarak, 3. antreman programı ise kardiyo ve ağırlık antremanları içermekte ve 2 güne yayılarak uygulanmaktadır. 4. antreman programı bir üst seviye kardiyo ve ağırlık antremanları içermekte ve 3 güne yayılarak uygulanmaktadır. 5. ve 6. antreman programları ise üst seviye programlar olup ikisinde 5' er güne yayılarak uygulanmaktadır. Kadınlarda uygulanan antreman programlarında ise 1. ve 2. program kardiyo (kilo verme) ve sıkılaştırma amaçlı olarak birer gün halinde uygulanmakta, 3. antreman programı ise ilk iki programın bir kademe daha zorlaştırılarak üzerine ağırlık antremanı eklenmiş halidir. Bu programda 2 güne yayılarak uygulanmaktadır. Son program olan 4. antreman programı ise üst seviye bir program olup toplamda 3 güne yayılarak uygulanmaktadır. Tüm bu programların içerikleri ve ayrıntıları 5. bölümde verilecektir.

Spor merkezindeki fitness antreman süreci profesyonel antrenörler ile etkileşimli olarak ve an az 5 en çok 10 hareketten oluşan antreman programlarıyla yürütülmektedir.

4.2.3. Üyenin ayrılış süreci

Antreman süreci sona eren üyeler, antreman hakkında düşünce ve soruları var ise bunları antrenörler ile paylaşarak gerekli cevap ve bilgileri alabilmektedirler. Bu esnada beslenme önerileri ve antreman performansları da üyeler ile paylaşılmaktadır.

Üyeler antreman sonrası soyunma odasına geçmekte, hazırlanarak (duş vb) dolabı boşaltmakta ve dolap anahtarını bırakarak spor merkezinden ayrılmaktadırlar.

4.3. Sistemdeki Problemler

Gözlemler ve görüşmeler sonucunda oluşturulan iş akış şeması temel alınarak bir sonraki bölümde iş akışı benzetim modeli ile modellenmiştir. Yapılan gözlemler ile spor merkezi fitness salonunda farklı bölgelerdeki kas gruplarını çalıştıracak toplamda 42 adet fitness makinesi olduğu ve 2 adet profesyonel fitness antrenörünün görev yaptığı anlaşılmıştır. Salondaki mevcut makinelerin listesi ve adetleri EK-1' de verilmiştir.

Çalışan personel ile yapılan görüşmelerde spor merkezinin açık olduğu saatler içerisinde gelen kişi sayısının farklılık gösterdiği bilgisi elde edilmiştir. Spor merkezi bilgi sisteminden alınan kayıtlar ile bu bilgi teyit edilmiş ve akşamüstü ile akşam saatlerinde üye gelişlerinin diğer saatlere göre artış gösterdiği görülmüştür. Bu saatlerde olan yoğunluktan dolayı, makinelerdeki bekleme sürelerinin 2-3 dakikadan 15 dakikaya kadar çıktığı ve antreman sürelerinin uzadığı, görevli antrenörün çok yoğun olarak çalıştığı ve rutin işlemlerin fazla zaman almasından(kilo, boy ölçümü ve antreman programları belirlenmesi, kayıt kontrol gibi) dolayı saha içinde daha az aktif olarak üyelere gerekli zamanı ve özeni ayıramadığı görülmüştür. Yoğun saatlerde yeni gelen üyelerin bekleme salonunda antreman yapabilmek için beklediği hatta uzun süren bekleme süreleri sonucu geri gittikleri görülmüştür. Tüm bunlar üyelere antreman motivasyonunu düşürmekte ve müşteri memnuniyetsizliğine yol açarak aboneliklerde düşüşe yol açmaktadır. Oluşan tüm bu durumların analizi ve sorunların çözülme aşamaları bu tez çalışması kapsamında incelenecektir.

Antreman esnasında fitness makinelerinin başlarında oluşan kuyruk sayıları ve bekleme süreleri antremanların çok uzamasına yol açarak büyük bir problem haline dönüşmektedir. Fitness salonundaki günlük akış ayrıntılı olarak incelendiğinde antremandaki üyelerin belirli makineler başında yığıldığı ve darboğazların oluştuğu görülmüştür. Bu süreler 15 dakikaya kadar çıkabilmektedir.

Sistemdeki hangi makinelerde darboğazların oluştuğunu, hangi kaynakların yetersiz kaldığını, görevli personelin çalışma yoğunluğunu ve geliştirilen çözümlerin nasıl faydalar sağladığını gözlemleyebilmek için benzetim yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmada bundan sonraki aşamada darboğaz oluşan makineleri belirleyerek kaynak artırımı ile bekleme zamanlarının ve antrenman sürelerinin azaltılması, personel artırımına giderek giriş, kontrol, ölçüm, program belirleme gibi işlemlerin daha hızlı yapılarak antrenörlerin üyelere antrenman esnasında da daha fazla vakit ayırabilmesi, dolayısıyla müşteri memnuniyetinin artırılması amaçlanmıştır.

4.4. Model Varsayımları

Modelin oluşturulması ve uygulanmasındaki varsayımlar aşağıdaki gibidir :

- Fitness makinelerinin bakımları yapılmış ve arıza yapmadıkları varsayılmıştır.
- Isı, sıcaklık, nem, havalandırma, ışıklandırma vb. şartlar antrenman için uygundur.
- Benzetim zamanı bittiğinde sistemde kalan üyeler, antrenmanlarını tamamlayamadıkları için sistem üye çıktısı olarak kabul edilmemektedir.
- Bekleme salonu kapasitesinin sınırsız olduğu varsayılmaktadır.
- Antrenörlerin mesai saatleri boyunca kesintisiz olarak hizmet verdikleri varsayılmaktadır.
- Uygulanan antrenman programlarının içerikleri ve uygulanma oranlarının sabit olduğu varsayılmaktadır.
- Mevcut sistemin iyileştirilmesi için oluşturulan senaryolarda fitness salonundaki boş ve kullanılabilir alanlara göre eklenebilecek kaynak sayıları ve maddi kısıtlar çerçevesinde görevlendirilebilecek yeni antrenör sayıları şu şekildedir : Üst vücut çalışma bölümündeki boş alana maksimum 2 adet makine alınabilir. 1 adet Shoulder Press, 1 adet Chest press, 2 adet Shoulder Press, 2 adet Chest Press veya 1 adet Shoulder+1 adet Chest press alınabilmektedir. Kardiyο çalışma alan kısıtına bakılarak alınabilecek maksimum makine sayıları : 1 adet Koşu Bandı alınırsa, ek olarak 2 adet bisiklet (dikey veya yatay) alınabilmektedir. 2 adet koşu bandı alınırsa, eliptik makinelerinde yerlerinin değişmesinden dolayı başka bir kardiyο makinesi alınamamaktadır. Koşu bandı alınmaz ise 4 adet bisiklet (yatay veya dikey) alınabilmektedir. Ayrıca yönetimin vermiş olduğu karar doğrultusunda aynı makineden 2 adetten fazla alınması istenilmemektedir.

Görevlendirilecek antrenör sayıları hakkında yönetimin vermiş olduğu karar maksimum 1 antrenörün daha görevlendirilebileceği yönündedir.

- Görevli antrenörlerin giriş kayıt işlemleri, üyelerin ölçümleri, antreman ve beslenme programlarının belirlenmesi gibi işlemlerin uygulanması dışında kalan sürelerde fitness salonu içinde aktif olarak üyelere antremanlarında yardım ettiği, antreman programlarını uygulamalı olarak gösterdiği ve salon içindeki düzeni sağladığı bilinmektedir.

4.5. Arena Benzetim Programı

Arena, Rockwell Automation şirketi tarafından çıkartılan, SIMAN kodlama dilini kullanan bir benzetim yazılımıdır. Arena, kod yazma gibi uzun ve zahmetli bir işi görselleştirerek kolaylaştıran ve modellerin kurulma sürecini kısaltan bir programdır.

Arena, Visual Basic ve C/C++ dilleriyle uyumlu olarak çalışabilmektedir. Ayrıca office yazılımları ile de uyumlu olup bu yazılımlar ile hazırlanan dosyalardan veri alışverişinde bulunabilmektedir.

Arena, görsel öğelerle desteklenerek girdi ve çıktı analizi yapabilmekte, süreçleri simüle ederek gerçek hayattaki yapılabilecekleri önceden deneyerek sonuçların görülebilmesini sağlar. Kullandığı veriler ile kuyruktaki varlık sayısını, kaynak kullanım oranlarını vb bilgileri sunabilir.

Bu tez çalışmasında benzetim modelinin oluşturulmasında, Dumlupınar Üniversitesinde lisanslı olarak bulunan Rockwell Arena 14.0 yazılımı kullanılmıştır.

4.6. Sistem Modellemesinde Kullanılan Veriler

Bu tez çalışmasında, sistemin analiz edilmesi ve oluşturulan iyileştirme senaryolarının karşılaştırılabilmesi amacıyla bir benzetim modeli oluşturulmuştur. Bu benzetim modeli için gerekli veriler 2 farklı kaynaktan elde edilmiş olup bunlardan ilki spor merkezinde kullanılan bilgi sistemi yazılımıdır. Diğer bir kaynak ise gözlemler ve zaman tutma çalışmalarıdır. Sistemin modellenmesinde kullanılan veriler ve kaynakları :

Çizelge 4.1. Sistem modellemede kullanılan veriler ve kaynakları.

| Veriler | Kaynaklar | |
|---|---------------------------|-----------------------|
| | Bilgi Sistemi Veri Tabanı | Zaman Tutma Çalışması |
| Sisteme üye geliş gün ve saat bilgileri | ✓ | |
| Üye kayıt bilgileri | ✓ | |
| Bekleme salonunda bekleme süreleri | | ✓ |
| Soyunma odası süreleri | | ✓ |
| Giriş kontrol süreleri | | ✓ |
| Üye ölçüm ve antrenman prog. belirleme süreleri | | ✓ |
| Antreman prog. egzersizlerin uygulanma süreleri | | ✓ |
| Üyelerin uyguladıkları antrenman programı kodları | ✓ | |

Spor merkezinde kullanılan bilgi sistemi, geçmiş yıllara ait tüm verileri veri tabanında tutmaktadır. Veri tabanında, kayıtlı tüm üyelerin ad, soyad, telefon, adres bilgileri, üyelere ait salona giriş gün ve saat bilgileri, uyguladıkları program bilgileri gibi veriler kayıt altına alınmaktadır. Yapılan kayıt ve antrenman programı bilgileri sisteme antrenörler tarafından girilmekte ve güncellenmektedir.

Bu veri tabanında yer almayan veriler, zaman tutma çalışmaları ile elde edilmiştir. Bu veriler :

Bekleme salonunda maksimum bekleme süresi

Gelen üyeler, yoğun çalışma saatlerinde yaşanan doluluktan dolayı soyunma odası dolaplarının boşalması için bekleyebilmekte ancak bu sürenin uzaması halinde antrenman yapmadan salonu terk edebilmektedirler. Bu zaman etüdü çalışmasında, sadece antrenman yapmayıp giden müşterilerin, bekleme salonunda bekledikleri süreler kaydedilmiştir. Bekleyip antremana giren üyelerin bekleme süreleri dikkate alınmamıştır. Elde edilen bu veriye “Sabır süresi” denilmiştir.

Soyunma odası kullanım süresi

Spor merkezine gelen üyeler, kayıt kontrol sürecinden sonra boş bir dolabın olması halinde soyunma odasına geçerek antrenman için hazırlanmaktadırlar. Aynı şekilde antrenman bitişinde de soyunma odasını kullanarak salondan ayrılmaktadırlar. Soyunma odası kullanım süresi, giriş ve çıkışlardaki soyunma odasını kullanma sürelerinin gözlemi sonucu elde edilmiş bir veridir.

Giriş kontrol süresi

Antrenör tarafından gelen üyeye yapılan üyelik kontrolüdür. Spor merkezi giriş kartının sisteme okutularak kalan üyelik günü kontrolünün yapılması, biten üyeliklerin yenilenmesi veya yeni kayıtların açılması için harcanan süredir.

Ölçüm ve antreman programlarının belirlenme süresi

Antreman öncesinde üyenin, antreman programı, ölçümlerinin yapılması vb hakkında antrenör ile görüştüğü süreçtir. Bu süreç yeni başlayan üyeler için daha uzun sürebilmekte, profesyonel üyelerde kısa sürmektedir.

Antreman programlarının uygulanma süreleri

Spor merkezinde uygulanan erkek üyeler için 6 farklı, kadın üyeler için 4 farklı antreman grubu mevcuttur. Üyeler antrenörlerin uygun gördüğü antremanı uygulamakta ve antreman içeriğindeki hareketlerin uygulanma süreleri her antreman grubunda farklılık göstermektedir. Yani antremanlarda ortak hareketler bulunsa dahi farklı antremanları uygulayan üyelerin aynı hareketi ortalama yapma süreleri farklı olmaktadır. Bundan dolayı herbir antreman grubu için tüm hareketler ayrı ayrı gözlemlenmiş ve zaman tutma çalışması yapılmıştır. Verilerin elde edilmesi, çok fazla gözlem gerektirdiği için uzun ve zorlu bir süreç olmuştur. Bu süreç ile ilgili ayrıntılı bilgi bir sonraki bölümde verilmiştir.

5. SPOR MERKEZİNİN MODELLENMESİ

Yapılan bu tez çalışmasında, mevcut sistemin modellenmesi için üyelere ait çeşitli veriler, gerek bilgi sistemi veri tabanından gerekse gözlemler ve zaman tutma çalışmalarından elde edilmiş olup bu verilerin analizi yapılarak mevcut sistemin benzetim modeli geliştirilmiştir. Kurulan benzetim modeli ile kapasitelerdeki yetersizliklerin, bekleme zamanlarının ve darboğazların belirlenerek alternatif sistemlerin geliştirilmesi, süreçteki yapılabilecek değişikliklerin bilgisayar ortamında test edilerek sonuçlarının önceden görülebilmesi ile daha etkili ve etkin bir sistemin oluşturulması amaçlanmıştır.

5.1. Verilerin Toplanması ve İstatistiksel Analizi

5.1.1. Bilgi sistemi veri tabanındaki verilerin analizi

Spor merkezinin modellenmesinde kullanılan verilerin elde edildiği kaynaklardan bir tanesi aktif olarak kullanılan bilgi sistemidir. Bu bilgi sisteminin veri tabanından, üyelerin ad, soyad, yaş, telefon, cinsiyet vb kayıt bilgilerine, spor merkezine geliş gün ve saat bilgilerine, uyguladıkları program ve yapılan vücut ölçümlerinin sonuçlarına ilişkin bilgiler elde edilebilmektedir.

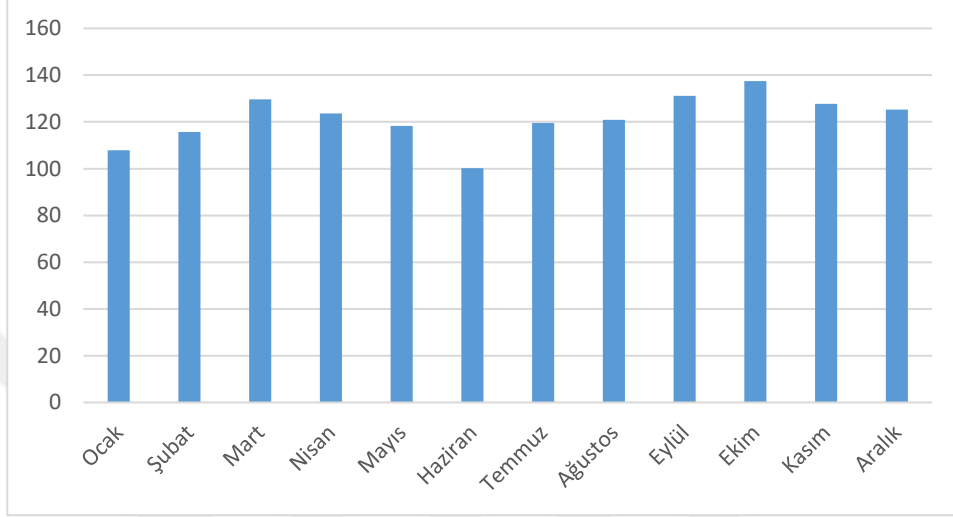
Veri tabanındaki veriler genel olarak incelendiğinde spor merkezine kayıtlı aktif olarak antrenmanlarına devam eden 336 adet üye olduğu ve bu üyelerin %56' sının erkek, %44' ünün kadın üyelerden oluştuğu görülmüştür.

Bilgi sisteminde son 3 yıla ait tutulan tüm veriler bulunmaktadır. Ancak ilk 2 yıla ait bilgiler, merkezlerine olan ilginin sürekli olarak artması, değişen talep miktarları, spor merkezinin işleyiş sistemindeki değişimler ve personelin bilgi sistemini öğrenme aşamasında yapmış olabileceği hatalar dikkate alınarak değerlendirilmeye alınmamıştır. Sistemin modellenmesinde 2018 yılına ait veriler güvenilir bulunmuş ve kullanılmıştır.

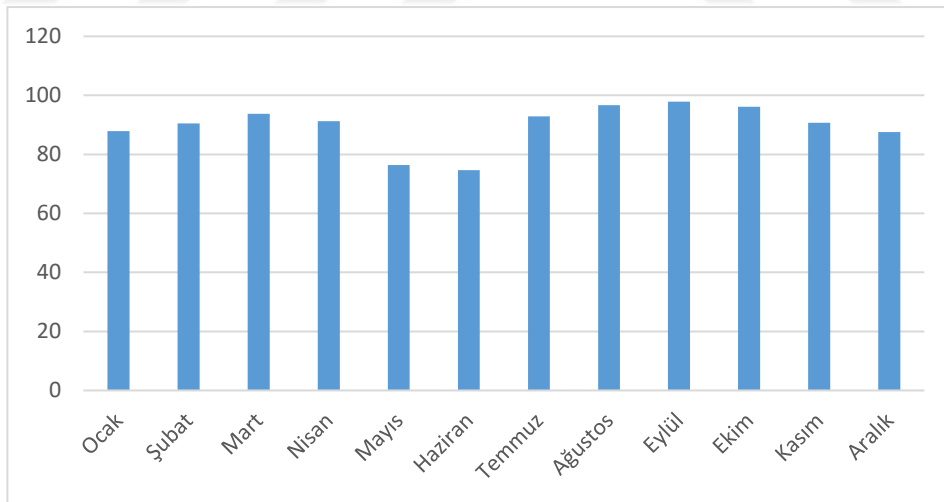
Üyelerin sisteme gelişlerinin analizi

Spor merkezine gelen üyeler için randevulu bir sistem olmayıp, üye gelişleri rassal bir şekilde gerçekleşmektedir. Üye gelişleri teker teker gerçekleşmekte, grup halinde olmamaktadır. Spor merkezinde kullanılan bilgi sistemi veri tabanından 2018 yılına ait bir yıllık üye geliş gün ve zaman bilgileri alınarak bu bilgiler ışığında modelde üye gelişleri oluşturulmuştur. 2018 yılı üye gelişlerine ait veriler aylık olarak değerlendirildiğinde, gelen üye sayılarındaki değişimlerde

mevsimselliğin, ülkede yaşanan bayram, ramazan gibi dönemlerin, eğitim-öğretim kurumlarının açık-kapalı olduğu dönemlerin etkili olduğu görülmüştür.



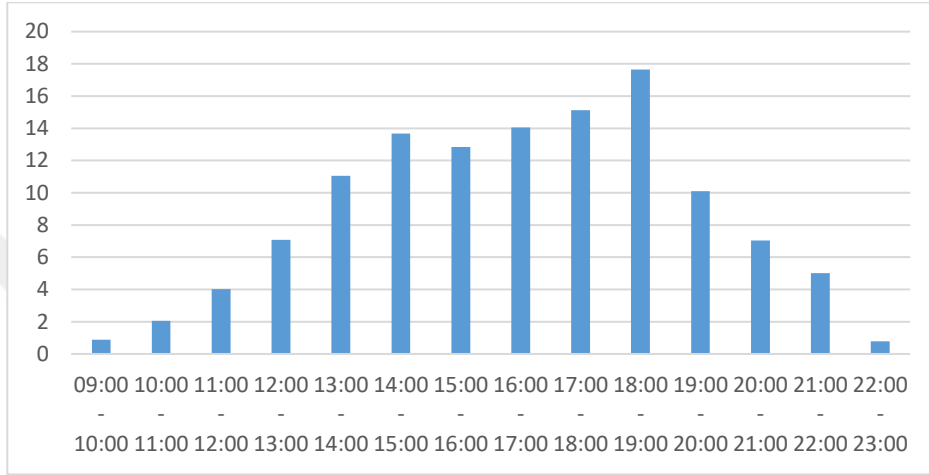
Şekil 5.1. 2018 yılı aylık ortalama erkek üye geliş sayısı grafiği.



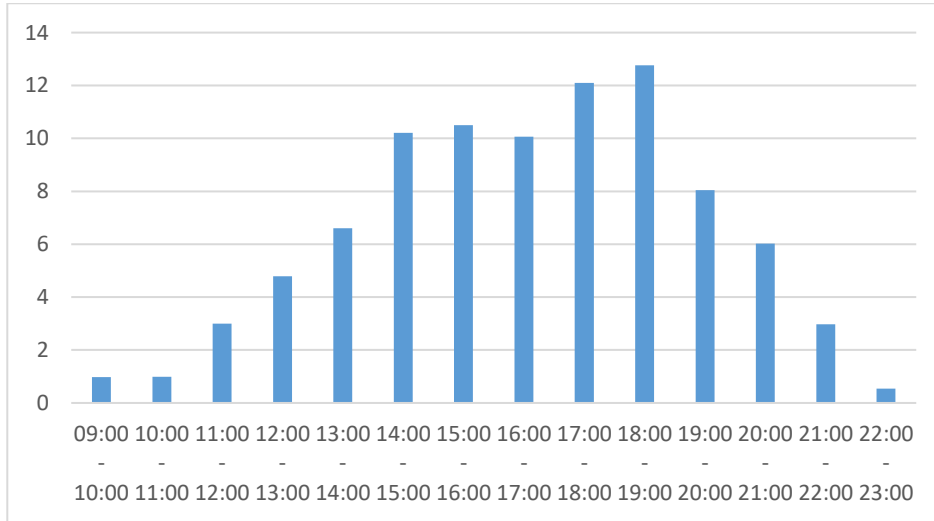
Şekil 5.2. 2018 yılı aylık ortalama kadın üye geliş sayısı grafiği.

Bilgi sisteminden alınan 2018 yılına ait üye geliş bilgileri günlük bazda analiz edildiğinde günün farklı saatlerinde farklı sayılarda üye gelişlerinin olduğu görülmüştür. Sabah saatlerindeki geliş sayılarının daha az olduğu, geliş yoğunluğunun öğlen saatlerinden itibaren başladığı gözlemlenmiştir. Antremanlarını iş, okul çıkışına bırakan üyelerin de spor merkezine gelişleri ile

birlikte akşam saatlerindeki üye geliş sayısı ve spor merkezindeki yoğunluk tepe noktalarına ulaşmaktadır. Spor merkezinin saat 23:00'de kapanması ve antrenörlerin gece geç saatlerde antrenman yapılmasını uygun bulmamalarından dolayı gece saatlerinde üye geliş sayıları azalmaktadır.



Şekil 5.3. Saatlik ortalama erkek üye geliş sayısı grafiği.



Şekil 5.4. Saatlik ortalama kadın üye geliş sayısı grafiği.

2018 yılına ait, spor merkezinin açık olduğu saatlerdeki kadın ve erkek üye geliş sayılarının ortalamaları ve aylar bazında günlük ortalama gelen üye sayıları EK-2'de verilmiştir.

Üye geliş verilerinin uzun bir dönemi kapsamından dolayı elde fazla veri bulunmasından ve herbir saatteki gelişlerin farklı sayı ve yoğunlukta olmasından dolayı, üye geliş verilerini bir dağılıma uydurmak çok sağlıklı sonuçlar vermeyecektir. Bundan dolayı yapılan benzetim modelinde bir yıllık üye gelişleri incelenmiş ve herbir saat dilimindeki ortalama üye geliş sayıları tespit edilerek saatlik üye gelişleri için bir çizelge oluşturulmuştur. Spor merkezinin gün içinde açık olduğu 09:00-23:00 saatleri arasındaki 14 saatlik zaman dilimi için oluşturulan bu çizelge benzetim modeline tanımlanarak, saatlik ortalama üye geliş sayısı miktarınca varlığın sisteme giriş yapması sağlanmıştır.

Antremanların uygulanma oranlarının analizi

Spor merkezi bilgi sisteminden elde edilen diğer bir bilgide uygulanmakta olan antreman programlarının hangi üyeler tarafından uygulandığıdır.

Erkek üyeler için hazırlanmış ve uygulanmakta olan 6 farklı antreman programı bulunmakta ve bu programlar oluşturulan benzetim modelinde P1, P2, P3, P4, P5 ve P6 olarak tanımlanmıştır. P1 antreman programı tek bir gün olarak uygulanmakta ve alınan verilere göre toplam erkek üye sayısının yaklaşık %10'u (19 kişi) bu programı uygulamaktadır. P2 antreman programı ise yine benzer şekilde bir gün olarak ve toplam erkek üye sayısının yaklaşık %10'u tarafından uygulanmaktadır (18 kişi). P3 antreman programı ilk iki programdan farklı olarak 2 farklı güne yayılarak uygulanmaktadır. Farklı günlerde farklı kas gruplarını çalıştırmak için oluşturulan bu programın ilk gün antremanı P31, ikinci gün antremanı P32 olarak tanımlanmış olup, bu iki program tamamen farklı antreman hareketleri içeren programlardır. Bu antremanı uygulayan bir kişi ilk gün P31 antremanını, daha sonraki gün P32 antremanını uygulayacağı için P31 ve P32 antremanlarının uygulanma oranları eşit olmaktadır. Alınan veriler ışığında P3 antremanını uygulayan erkek üye sayısı, toplam erkek üye sayısının yaklaşık %21'ini oluşturmaktadır (40 kişi). P4 antreman programı ise 3 farklı güne yayılarak uygulanmakta olup, modelde herbir günde yapılacak olan programlar P41, P42, P43 olarak tanımlanmıştır. P3 programındaki uygulamaya benzer olarak üç günde yapılacak olan antremanların herbiri tamamen farklı kas gruplarına odaklanarak farklı antreman hareketleri içermektedir. Yapılan antremanların birinin diğerinden sonra uygulanması ve üç farklı günde üç farklı antreman yapılması sebebiyle bu üç antremanında uygulanma oranları eşit olmaktadır. Genel olarak P4 programını uygulayan erkek üye sayısı, tüm erkek üye sayısının %18'ini oluşturmaktadır (34 kişi). P5 ve P6 antreman programlarını ileri seviye sporcular uygulamakta ve bu iki antremanda beşer güne yayılarak yapılmaktadır. İki programdada herbir gün farklı kas gruplarına odaklanılmakta ve farklı antreman hareketleri uygulanmaktadır. P5 programı herbir gün farklı program olacak şekilde P51,

P52, P53, P54, P55 olarak, P6 programı ise benzer şekilde P61, P62, P63, P64 ve P65 olarak modelde tanımlanmıştır. Herbir gün yapılan programların uygulanma oranları eşit olmakla birlikte, P5 programı genel olarak toplam erkek üyelerin %21'i tarafından (40 kişi), P6 programı ise %20'si (38 kişi) tarafından uygulanmaktadır.

Kadın üyeler için hazırlanmış ve uygulanmakta olan 4 farklı antreman programı bulunmakta ve bu programlar benzetim modelinde P7, P8, P9 ve P10 olarak tanımlanmıştır. P7 antreman programı tek bir gün olarak uygulanmakta ve bu antreman programını uygulayan kadın üyelerin sayısı, toplam kadın üyelerin sayısının yaklaşık %28'ini oluşturmaktadır (41 kişi). Benzer olarak P8 antreman programında bir gün olarak uygulanmakta ve bu programı uygulayan kadın üye sayısı oranında yaklaşık %20 dir (29 kişi). P9 antreman programı, farklı kas gruplarını çalıştırmak üzere hazırlanmış olan iki farklı antreman programından oluşmaktadır. P91 ve P92 olarak tanımlanan bu programlar, birbirini izleyen iki antremanda arka arkaya uygulanmak üzere tasarlandığından dolayı uygulanma oranları eşit olmaktadır. Genel olarak P9 antreman programını uygulayan kadın üyelerin oranı yaklaşık olarak %29 dur (43 kişi). P10 antreman programı daha profesyonel kadın üyeler için oluşturulmuş ve uygulanışı 4 güne yayılmıştır. Her antreman için farklı antreman hareketleri içeren bu dört program benzetim modelinde P101, P102, P103, P104 olarak tanımlanmıştır. Uygulanma oranları eşit olan bu programlar genel olarak toplam kadın üye sayısının %23'ü tarafından uygulanmaktadır (34 kişi).

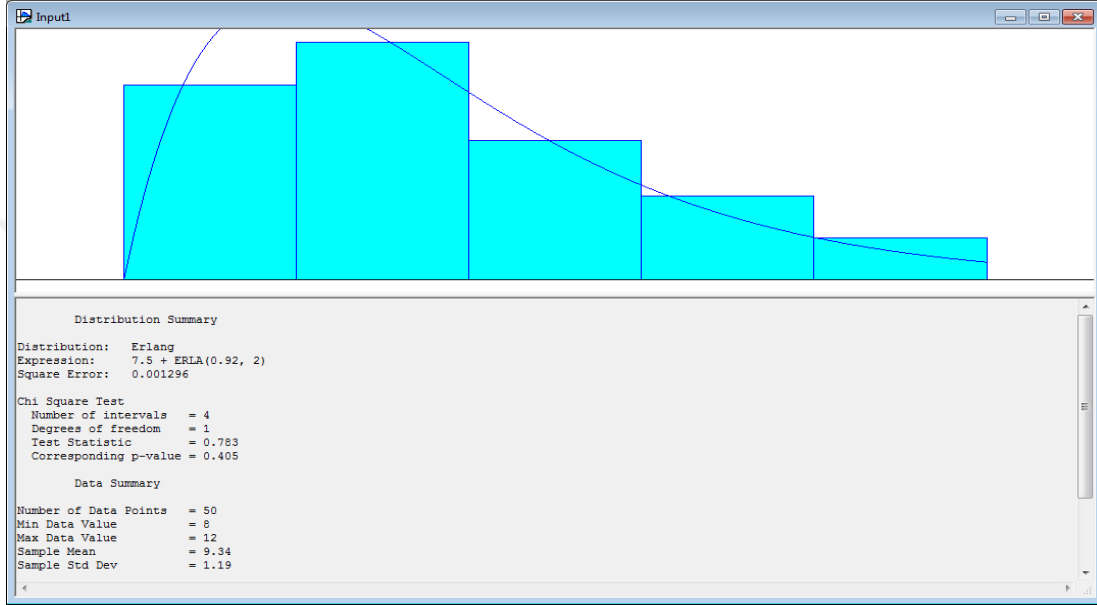
5.1.2. Zaman tutma çalışmasıyla elde edilen verilerin analizi

Bilgi sistemi veri tabanından elde edilemeyen verilerin temin edilebilmesi için gözlem yapma ve zaman tutma çalışmaları yapılmıştır. Zaman tutma ile elde edilen verilerin olasılık dağılımına uygunluğunun ve dağılım parametrelerinin belirlenmesi için Arena benzetim programının bir eklentisi olan "Input Analyzer" dan yararlanılmıştır. Belirlenen dağılımların uyum testlerinin yapılması için "Kolmogorov-Smirnov" ve "ki kare" uyum iyiliği testleri kullanılmıştır. Zaman tutma çalışması ve gözlemler ile elde edilen veriler aşağıdaki başlıklarda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Giriş kayıt kontrol süresinin dağılımının belirlenmesi

Bu süreç, gelen üyenin spor merkezi dijital giriş kartını antrenöre vermesi ve antrenörün bu kartı bilgi sistemine okutarak gelen üyenin durumunu kontrol etmesiyle başlar. Eğer soyunma odasında boş dolap mevcut ise bu dolabın anahtarını üyeye verir. Ancak yoğunluktan dolayı boş dolap yok ise gelen üyeyi beklemesi için bekleme salonuna yönlendirir. Bu süreçte geçen sürenin olasılık dağılımının belirlenebilmesi amacıyla haftanın farklı günlerinde ve üye geliş

yoğunluğunun farklı olduğu saatlerde 50 adet gözlem yapılmış ve zaman tutma çalışmasıyla süreler kaydedilmiştir. Bu verilerin dağılıma uygunluğunu belirlemek için input analyzer programı kullanılmış ve ki-kare testi ile dağılım uygunluk testi yapılmıştır. Arena modelinde bu dağılıma “Kontrol” adı verilmiştir. Elde edilen sonuç çıktısı Şekil 5.5.’te verilmiştir.

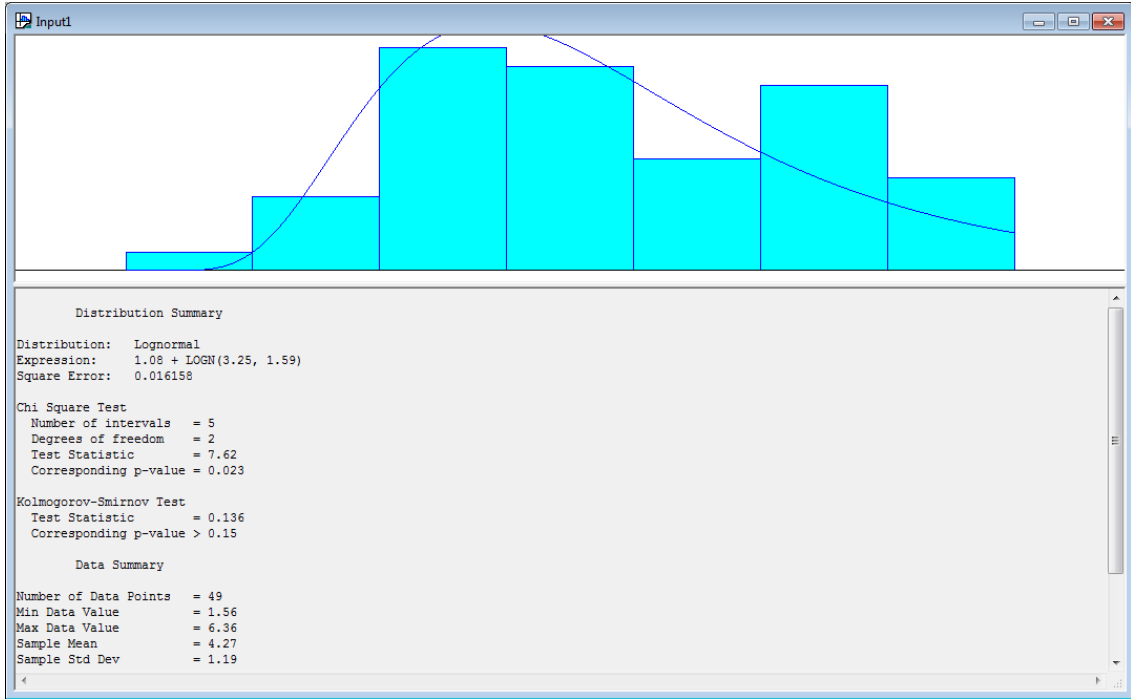


Şekil 5.5. Giriş kayıt-kontrol süresi olasılık dağılımı.

Soyunma odası kullanım süresi olasılık dağılımının belirlenmesi

Spor merkezine gelen üyeler, boş kullanılabilir dolap olması halinde soyunma odalarına yönlendirilmekte ve antreman için hazırlık yapmaktadırlar. Bu süreç aynı şekilde antreman bitimindedirde olmakta, antremanını bitiren üyeler soyunma odalarına geçerek duş alma vb işlemleri gerçekleştirmekte ve dolabını boşaltarak soyunma odasından ayrılmaktadır. Yapılan gözlemler sonucu bu işlemler için kullanılacak erkek soyunma odasında 36 adet kilitli dolap, kadın soyunma odasında ise 18 adet kilitli dolap olduğu verisine ulaşılmıştır.

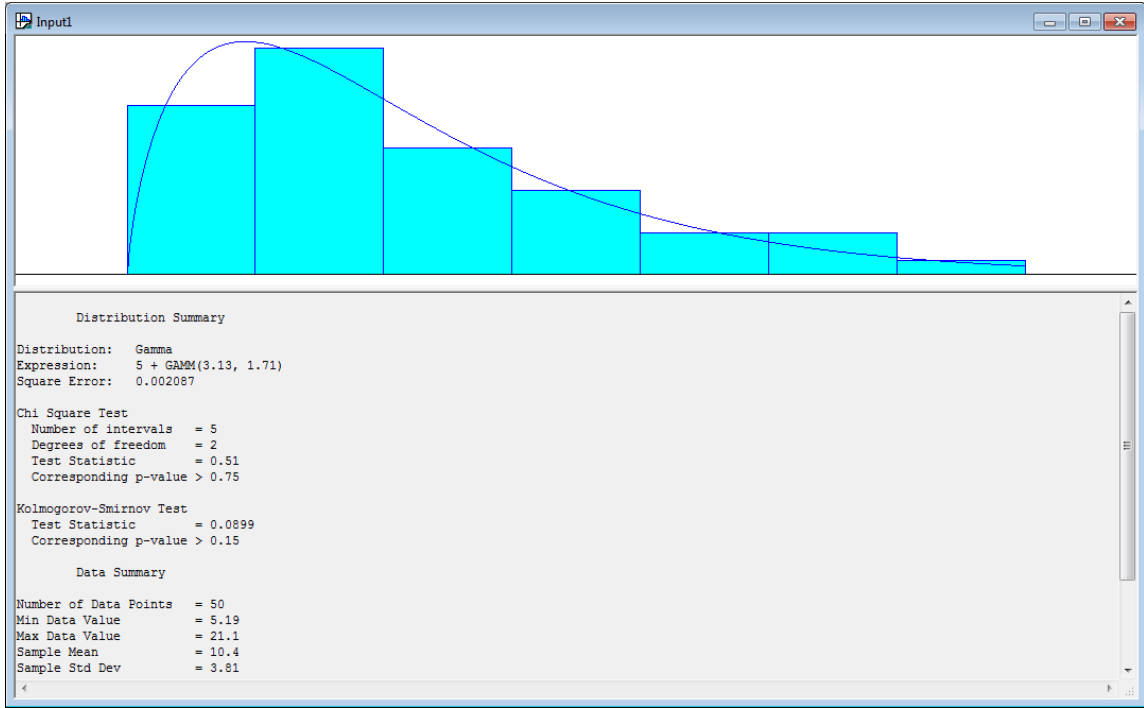
Bu süreç farklı zaman dilimlerinde gözlemlenmiş ve soyunma odası giriş ve çıkış anları arasında geçen süreler kaydedilmiştir. Farklı gün ve saatlerde alınan 50 gözlemin Input Analyzer ile olasılık dağılımına uygunluğu belirlenmiş ve ki kare, Kolmogoror-Smirnov iyi uyum testleri ile dağılıma uygunluğu test edilmiştir. Bu dağılıma “Antreman Hazırlık Süresi” adı verilmiştir. Sürece ilişkin elde edilen olasılık dağılımı program çıktısı Şekil 5.6.’da verilmiştir.



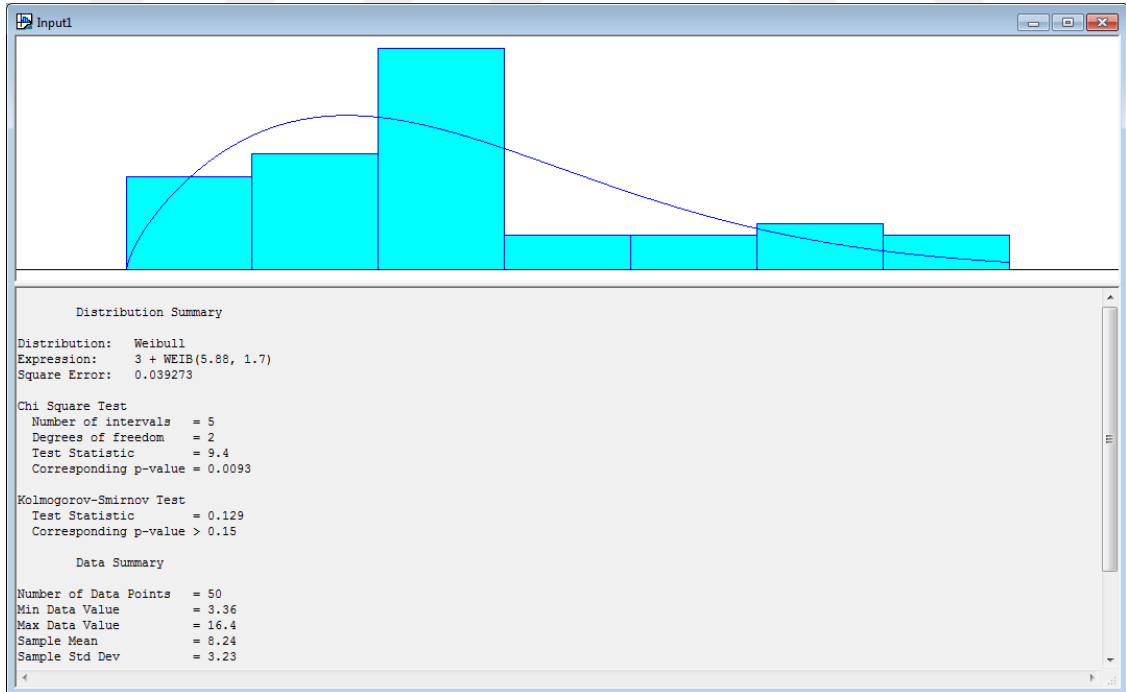
Şekil 5.6. Soyunma odası kullanım süresi olasılık dağılımı.

Bekleme salonu bekleme süresi olasılık dağılımının belirlenmesi

Spor merkezine gelen üyeler, geliş yoğunluğunun olduğu saatlerde soyunma odasında boş dolap bulamayıp çıkan kişilerin dolaplarını boşaltarak sistemden ayrılmasını, bekleme salonuna geçerek beklemektedirler. Bu süreç içerisindeki asıl gözlenen durum bir dolap boşaldığında, o dalabın anahtarını alarak bekleme salonundan ayrılan kişiler değil, bir süre bekleyip bir dolabın boşalmayacağını yada bu sürenin uzun olacağını düşünerek antreman yapmadan salondan ayrılan üyelerin, bekleme salonunda geçirdikleri zamanın ölçülmesidir. Yani başka bir deyişle bir dolabın boşalması maksimum kaç dakika beklenir sorusuna bir cevap aranmıştır. Bu sürenin olasılık dağılımını belirleyebilmek için farklı gün ve saatlerde erkek ve bayan müşteriler için ayrı ayrı 50’şer adet gözlem yapılmış ve bu süreler için olasılık dağılım belirleme işleme yapılmıştır. Bu süre Arena modelinde “Sabır Süresi” olarak adlandırılmıştır. Input analyzer program çıktıları Şekil 5.7. ve Şekil 5.8.’de verilmiştir.



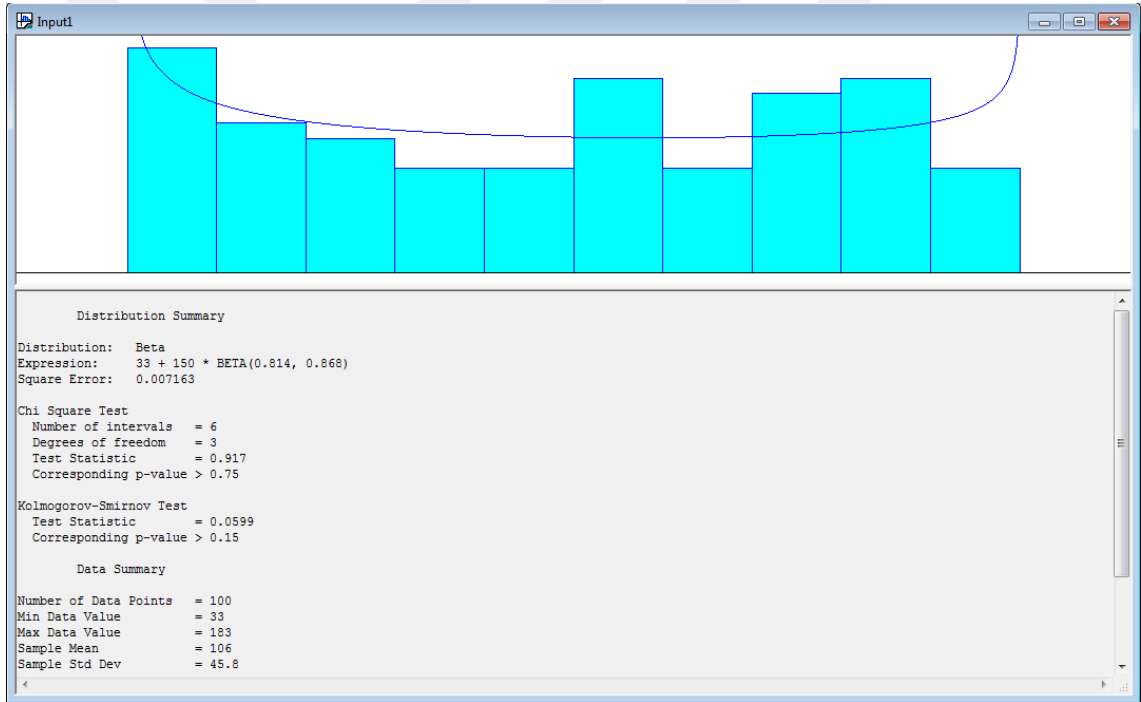
Şekil 5.7. Erkek üyeler için bekleme süresi olasılık dağılımı.



Şekil 5.8. Kadın üyeler için bekleme süresi olasılık dağılımı.

Ölçüm ve antreman programı belirleme süresi olasılık dağılımının belirlenmesi

Antreman öncesi üyeler, vücut ölçümlerinin yapılması, yağ oranlarının belirlenmesi ve amaçlarına yönelik antreman ve beslenme programlarının tespit edilmesi amacıyla antrenörler ile görüşmektedirler. Bu süreç doğru, amaca yönelik ve verimli bir antreman için en önemli adımdır. Bu süre yeni üyeler için uzun sürebilmekte olup profesyonel üyeler için çok kısa sürmektedir. Bu sürecin öneminden dolayı farklı gün ve saatlerde 100 adet gözlem alınmış, gözlemlerin doğruluğu antrenörler tarafından kontrol edilmiş ve gözlemlerin olasılık dağılımı belirlenmiştir. Oluşturulan Arena benzetim modelinde bu süre dağılımı “ölçüm ve program” olarak adlandırılmıştır. Dağılıma ve Ki Kare, Kolmogorov-Smirnov iyi uyum testlerine ilişkin input analyzer çıktısı Şekil 5.9.’da verilmiştir.



Şekil 5.9. Ölçüm ve antreman programı belirleme süresi olasılık dağılımı.

Antreman sürelerinin olasılık dağılımlarının belirlenmesi

Spor merkezinde kadın ve erkekler için uygulanan toplam 10 adet program bulunmakta ancak bazı programlar kendi içlerinde 2, 3, 4 veya 5 farklı antreman programı içermekte olduğundan dolayı toplamda, erkekler için 17, kadınlar için ise 7 adet olmak üzere 24 farklı antreman programı uygulanmaktadır. En az 5, en çok 10 hareketten oluşan bu 24 antreman programı, birbirinden farklı hareketler içerdiği gibi birbirleriyle aynı ancak ağırlıkların

değiştirilerek uygulandığı hareketleride içermektedir. Örneğin, P2 programı ile P51 programı yada P8 programı bir veya daha fazla sayıda aynı antreman hareketini içerebilmektedir. Ancak bu hareketi, P2 programındaki bir üyenin uygulama ağırlığı ve süresi ile P8 programındaki bir kişinin uygulama ağırlığı ve süresi aynı değildir. İşte bu sebepten dolayı herbir antreman grubunda yapılan herbir hareketin, o antreman grubuna taabi kişiler tarafından ne kadar sürede tamamlandığı belirlenmiştir.

Antreman sürelerinin belirlenebilmesi için, 24 farklı antreman grubundaki herbir egzersiz ve antreman grubunu uygulayan 10 farklı kişinin antreman içeriğindeki bu egzersizleri yapış süreleri tek tek gözlemlenmiştir. Toplamda 1280 gözlem yapılmış ve bu gözlemlerin Input Analyzer ile olasılık dağılımları belirlenmiştir. Ayrıca antreman programlarına dahil olan kardiyo hareketlerinin kaçar dakika uygulanacağı ve antreman içeriğindeki hareketler arasında dinlenme sürelerinin ortalama kaç dakika olması gerektiği ile ilgili bilgiler de antrenörlerden alınmıştır. Antreman içerikleri ve yapılan zaman etüdüleri ile herbir hareket için elde edilen süre dağılımları Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Antreman süreleri olasılık dağılımları.

| Prog No | Egzersiz | Süre Dağılımı | Prog No | Egzersiz | Süre Dağılımı |
|---------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| P1 | Koşu Bandı | 20 dk | P61 | Incline Bench Press | $5.05 + 1.65 * BETA(1.24, 1.02)$ |
| | Machine Chest Press_SBT | $5.24 + 2.32 * BETA(1.03, 0.679)$ | | Incline Machine Chest Press | $5 + LOGN(0.752, 0.734)$ |
| | Yatay Bisiklet | 10 dk | | Cable Crossover | UNIF(3, 5.47) |
| | Machine Shoulder Press_SBT | NORM(7.13, 0.34) | | Bench Press | $6.15 + 2.28 * BETA(1.22, 1.1)$ |
| | Dikey Bisiklet | 10 dk | | Machine Chest Press_SRB | $4.09 + LOGN(0.69, 0.615)$ |
| P2 | Koşu Bandı | 20 dk | | Pectoral Machine | NORM(6.32, 0.356) |
| | Eliptic Machine | 10 dk | | Decline Bench Press | $5 + LOGN(0.576, 0.476)$ |
| | Machine Chest Press_SBT | NORM(5.67, 0.592) | | Machine Wide Chest Press | NORM(4.39, 0.454) |
| | Machine Shoulder Press_SBT | $6.19 + 1.48 * BETA(0.518, 0.574)$ | | Koşu Bandı | 15 dk |
| | Machine Lat Pull Down_SBT | UNIF(4.1, 5.61) | | P62 | Dumbell Shoulder Press |
| | Machine Biceps | $4.12 + LOGN(0.494, 0.407)$ | Machine Shoulder Press_SRB | | NORM(5.42, 0.552) |
| | Cable Push Down | TRIA(3.43, 4.38, 5.32) | Cable Shoulder Front Raise | | $3 + 3.4 * BETA(1.74, 1.81)$ |
| | Machine Leg Extension | $3.21 + 1.35 * BETA(1.31, 1.12)$ | Machine Shoulder Press_SBT | | $4 + 1.62 * BETA(0.458, 0.449)$ |
| | Mekik | $3.11 + 1.49 * BETA(0.64, 0.533)$ | Military Press | | TRIA(5.26, 6.48, 6.7) |
| | Yatay Bisiklet | 10 dk | Koşu Bandı | | 15 dk |

Çizelge 5.1. (devam) Antreman süreleri olasılık dağılımları.

| Prog No | Egzersiz | Süre Dağılımı | Prog No | Egzersiz | Süre Dağılımı | |
|-----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| P31 | Dikey Bisiklet | 10 dk | P63 | Barfiks | $4.03 + 1.66 * BETA(0.397, 0.676)$ | |
| | Eliptic Machine | 10 dk | | Machine Lat Pull Down_SBT | NORM(4.19, 0.28) | |
| | Machine Chest Press_SBT | TRIA(5.09, 6.57, 7.2) | | Machine Lat Pull Down_SRB | $4.2 + LOGN(0.49, 0.394)$ | |
| | Pectoral Machine | $5.14 + 1.48 * BETA(1.28, 0.824)$ | | Cable Straight Arm Pulldown | UNIF(4, 5.73) | |
| | Machine Shoulder Press_SBT | $6.08 + 1.53 * BETA(0.545, 0.876)$ | | Machine Row_SBT | $4.16 + 0.37 * BETA(0.925, 0.769)$ | |
| | Dumbell Lateral Raise | TRIA(5.26, 6.53, 7.81) | | Machine Row_SRB | $4.15 + LOGN(0.478, 0.44)$ | |
| | Machine Biceps | $3.45 + 1.24 * BETA(2.26, 1.13)$ | | Machine Low Row | $4 + 1.72 * BETA(0.897, 1.13)$ | |
| | Koşu Bandı | 10 dk | | Kürek Machine | 5 dk | |
| P32 | Koşu Bandı | 10 dk | P64 | Koşu Bandı | 15 dk | |
| | Eliptic Machine | 10 dk | | Cable Crunch | UNIF(2.46, 3.61) | |
| | Machine Lat Pull Down_SBT | $4 + LOGN(0.624, 0.528)$ | | Machine Biceps | $3.03 + LOGN(0.815, 0.654)$ | |
| | Machine Row_SBT | $4.01 + LOGN(0.633, 0.512)$ | | Dumbell Triceps | $4.04 + 2.25 * BETA(1.32, 1.3)$ | |
| | Cable Push Down | TRIA(3.38, 4.33, 5.28) | | Dips | $3.45 + WEIB(0.765, 3.96)$ | |
| | Machine Leg Press | $3.05 + 1.6 * BETA(0.69, 0.748)$ | | Mekik | $2.46 + 1.18 * BETA(1.12, 0.756)$ | |
| | Mekik | $3.13 + 1.4 * BETA(1.08, 0.604)$ | | Koşu Bandı | 15 dk | |
| | Yatay Bisiklet | 10 dk | | P65 | Dikey Bisiklet | 10 dk |
| Koşu Bandı | 10 dk | Machine Leg Press | TRIA(3.24, 4.25, 5.27) | | | |
| Bench Press | $7.32 + 2.03 * BETA(0.565, 0.671)$ | Squat | $8.12 + 2.62 * BETA(0.846, 1.02)$ | | | |
| Cable Crossover | $4.4 + 1.03 * BETA(0.679, 0.677)$ | Dumbell Leg Lunge | NORM(8.67, 0.556) | | | |
| Incline Machine Chest Press | UNIF(5, 7.51) | Machine Leg Extension | $3.16 + EXPO(0.463)$ | | | |
| Incline Bench Press | NORM(6.6, 0.52) | Machine Leg Curl | $3.13 + 1.56 * BETA(0.54, 0.553)$ | | | |
| Decline Bench Press | NORM(6.4, 0.617) | Machine Kalf | $3.27 + 1.17 * BETA(0.451, 0.623)$ | | | |
| Machine Biceps | TRIA(3.39, 4.22, 4.58) | Koşu Bandı | 15 dk | | | |
| P41 | Yatay Bisiklet | 10 dk | P7 | Koşu Bandı | 15 dk | |
| | Koşu Bandı | 10 dk | | Yatay Bisiklet | 15 dk | |
| | Machine Shoulder Press_SRB | $5.35 + 2.43 * BETA(1.24, 0.538)$ | | Eliptic Machine | 10 dk | |
| | Military Press | $6.06 + 1.48 * BETA(1.44, 1.3)$ | | Dikey Bisiklet | 10 dk | |
| | Dumbell Lateral Raise | NORM(6.42, 0.462) | | Kürek Machine | 10 dk | |
| | Machine Lat Pull Down_SRB | $5.2 + 2.1 * BETA(0.938, 1.22)$ | | P8 | Koşu Bandı | 15 dk |
| | Machine Row_SBT | $4.1 + LOGN(0.378, 0.275)$ | | | Machine Chest Press_SBT | TRIA(6.33, 7.28, 8.24) |
| | Cable Push Down | $3.11 + 1.53 * BETA(0.89, 0.679)$ | | | Machine Shoulder Press_SBT | $6.1 + LOGN(0.508, 0.45)$ |
| Mekik | $3.27 + EXPO(0.477)$ | Machine Row_SBT | $4.08 + LOGN(0.606, 0.463)$ | | | |
| Dikey Bisiklet | 10 dk | Machine Leg Press | $4.09 + 1.4 * BETA(0.6, 0.773)$ | | | |
| | | Eliptic Machine | 5 dk | | | |
| | | Yatay Bisiklet | 10 dk | | | |
| | | | | | | |

Çizelge 5.1. (devam) Antreman süreleri olasılık dağılımları.

| Prog No | Egzersiz | Süre Dağılımı | Prog No | Egzersiz | Süre Dağılımı | |
|------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| P43 | Dikey Bisiklet | 10 dk | P91 | Koşu Bandı | 10 dk | |
| | Machine Leg Extension | $3 + 1.73 * BETA(1.52, 1.25)$ | | Machine Chest Press_SBT | $6.04 + 1.59 * BETA(1.15, 0.924)$ | |
| | Machine Leg Press | $4.17 + 1.42 * BETA(0.952, 0.723)$ | | Machine Shoulder Press_SBT | $6.06 + 1.67 * BETA(0.522, 0.537)$ | |
| | Machine Leg Curl | $3.38 + 1.3 * BETA(0.772, 0.676)$ | | Machine Lat Pull Down_SBT | $4.15 + 1.19 * BETA(0.592, 0.64)$ | |
| | Machine Kalf | TRIA(3.14, 4.35, 4.69) | | Squat | $10.1 + 1.54 * BETA(0.603, 0.58)$ | |
| | Squat | TRIA(8.06, 10.8, 11.7) | | Biceps Machine | $4.14 + LOGN(0.616, 0.533)$ | |
| | Dikey Bisiklet | 10 dk | | Yatay Bisiklet | 10 dk | |
| P51 | Multi Machine Chest Press | $5.33 + 1.92 * BETA(1.07, 1.15)$ | P92 | Koşu Bandı | 10 dk | |
| | Incline Machine Chest Press | $4.38 + 2.4 * BETA(1.82, 1.42)$ | | Machine Leg Press | $4.27 + EXPO(0.389)$ | |
| | Incline Bench Press | $5.14 + 1.56 * BETA(0.663, 0.72)$ | | Machine Leg Extension | $4.06 + LOGN(0.381, 0.249)$ | |
| | Machine Chest Press_SRB | $3.29 + 2.4 * BETA(1.6, 1.26)$ | | Machine Leg Curl | $4.06 + EXPO(0.615)$ | |
| | Bench Press | $7.06 + 2.23 * BETA(0.805, 1.54)$ | | Machine Kalf | $3 + 2.2 * BETA(0.784, 1.26)$ | |
| | Pectoral Machine | $5.33 + 1.36 * BETA(1.15, 0.704)$ | | Cable Triceps | NORM(3.26, 0.416) | |
| | Decline Bench Press | $4.39 + ERLA(0.374, 3)$ | | Mekik | TRIA(4, 4.19, 4.62) | |
| | Machine Wide Chest Press | $4 + ERLA(0.381, 2)$ | | Dikey Bisiklet | 10 dk | |
| | Cable Crossover | NORM(4.51, 0.425) | | P101 | Koşu Bandı | 10 dk |
| Koşu Bandı | 20 dk | Machine Chest Press_SBT | TRIA(5.18, 6.76, 7.43) | | | |
| P52 | Military Press | $6 + 1.47 * BETA(0.622, 0.717)$ | Pectoral Machine | | $4.1 + 1.54 * BETA(0.579, 0.58)$ | |
| | Machine Shoulder Press_SRB | $5 + LOGN(0.685, 0.527)$ | Machine Shoulder Press_SBT | | $5.35 + WEIB(1.34, 2.31)$ | |
| | Dumbbell Lateral Raise | $5.2 + 1.24 * BETA(0.67, 0.634)$ | Dumbbell Lateral Raise | | $5.06 + LOGN(0.422, 0.347)$ | |
| | Cable Shoulder Back Reverse | $4.11 + 1.54 * BETA(0.975, 1.04)$ | Dikey Bisiklet | | 10 dk | |
| | Machine Shoulder Press_SBT | $5.25 + 1.38 * BETA(0.664, 0.629)$ | P102 | | Koşu Bandı | 10 dk |
| | Koşu Bandı | 20 dk | | | Machine Lat Pull Down_SBT | $4.08 + LOGN(0.365, 0.259)$ |
| P53 | Barfiks | $4.09 + 1.44 * BETA(0.534, 0.488)$ | | | Machine Row_SBT | $4.15 + EXPO(0.421)$ |
| | Machine Lat Pull Down_SBT | NORM(4.23, 0.243) | | Machine Low Row | $3.09 + 1.42 * BETA(0.648, 0.514)$ | |
| | Machine Row_SBT | NORM(4.37, 0.116) | | Cable Shoulder Back Reverse | TRIA(3.39, 5.02, 5.72) | |
| | Machine Low Row | $4 + 1.75 * BETA(0.637, 0.469)$ | | Biceps Machine | $3 + 1.71 * BETA(0.991, 1.07)$ | |
| | Machine Lat Pull Down_SRB | $4 + 1.68 * BETA(0.787, 0.66)$ | | Mekik | $3.37 + 1.26 * BETA(1.56, 1.05)$ | |
| | Machine Row_SRB | TRIA(4.32, 5.31, 6.29) | | Yatay Bisiklet | 10 dk | |
| | Kürek Machine | 5 dk | | P103 | Dikey Bisiklet | 10 dk |
| | Koşu Bandı | 20 dk | Squat | | $9.23 + 2.43 * BETA(1.55, 0.888)$ | |
| | | Machine Leg Extension | $3.4 + LOGN(0.901, 0.553)$ | | | |
| | | Machine Leg Curl | TRIA(3.35, 4.26, 5.18) | | | |
| | | Machine Leg Press | TRIA(3.42, 4.4, 5.38) | | | |
| | | Machine Kalf | TRIA(3.01, 4.36, 4.67) | | | |
| | | Koşu Bandı | 10 dk | | | |

Çizelge 5.1. (devam) Antreman süreleri olasılık dağılımları.

| Prog No | Egzersiz | Süre Dağılımı | Prog No | Egzersiz | Süre Dağılımı |
|---------|-----------------|---|------------|-----------------------|---|
| P54 | Machine Biceps | $3.22 + \text{LOGN}(0.541, 0.449)$ | P55 | Dikey Bisiklet | 10 dk |
| | Cable Crunch | $2.4 + 1.91 * \text{BETA}(1.1, 0.979)$ | | Squat | $8.07 + 2.56 * \text{BETA}(1.02, 1.5)$ |
| | Dumbell Triceps | $4 + 1.73 * \text{BETA}(0.612, 0.615)$ | | Machine Leg Press | $\text{TRIA}(3.38, 4.38, 5.38)$ |
| | Mekik | $3 + 1.26 * \text{BETA}(0.496, 0.909)$ | | Machine Leg Extension | $3.03 + 1.47 * \text{BETA}(0.469, 0.716)$ |
| | Dips | $3.35 + 1.28 * \text{BETA}(0.842, 0.678)$ | | Machine Leg Curl | $\text{UNIF}(3.09, 4.59)$ |
| | Koşu Bandı | 20 dk | | Machine Kalf | $3.25 + 1.35 * \text{BETA}(1.49, 1.07)$ |
| | | | Koşu Bandı | 20 dk | |

5.2.Arena Benzetim Programı ile Sistemin Modellenmesi

5.2.1. Benzetim modeli

Üye geliş sürecinin modellenmesi

Sisteme gelen üyeler bay ve bayan olarak 2'ye ayrılmış ve bu gelişleri sağlayabilmek için iki adet "Create" modülü kullanılmıştır. Modüllerdeki Entity Type, gelen bay üyeler için "BayMusteri", bayan üyeler için "BayanMusteri" olarak kodlanmıştır. Geçmiş yıllardaki verilere dayanarak, saatlik olarak değişen geliş yoğunluğundaki üye gelişlerini modelleyebilmek amacıyla saat dilimi değiştiricisi olarak 60 dakikada bir "Saat Dilimi" olarak tanımlanmış bir entity oluşturan ve ilk entity gelişini sıfır anında veren bir "Create" modülü oluşturulmuştur.

Şekil 5.10. Saat dilimi değiştiricisi "Create" modülü.

Daha sonra saat dilimi değiştiricisine bir “Assign” modülü eklenmiş ve “Saat” adında bir değişken tanımlanarak, “Saat=Saat+1” ataması yapılmıştır ve “Dispose” modülü ile “Saat Dilimi” entitysinin sitemden ıkması sağlanmıştır.



şekil 5.11. Saat dilimi değiştirme işlemi.

Üye geliş sayılarının saatlere göre belirlenmesi amacıyla “BayGelisDagilimleri” ve “BayanGelisDagilimleri” isimli iki adet “Expression” tanımlanmış ve herbiri için, spor merkezinin aık olduğu 14 saatlik dilimde (14 satır, 1 Sütun), saatlik ortalama geliş sayısı/60 olacak şekilde, gelişlerin ka dakikada bir olacağı belirlenmiş ve herbir saat için bu veri girilmiştir.

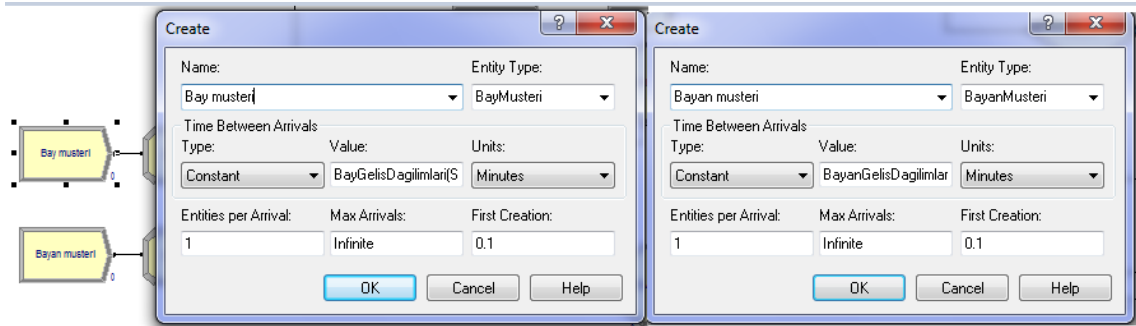
| Expression - Advanced Process | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|------|---------|-----------|-----------|-------------------|
| | Name | Rows | Columns | Data Type | File Name | Expression Values |
| 1 | BayGelisDagilimleri | 14 | 1 | Native | | 14 rows |
| 2 | BayanGelisDagilimleri | 14 | 1 | Native | | 14 rows |

| Expression Values | |
|-------------------|---------|
| | 1 |
| 1 | 67.1837 |
| 2 | 29.2594 |
| 3 | 14.8876 |
| 4 | 8.4643 |
| 5 | 5.4323 |
| 6 | 4.3888 |
| 7 | 4.6705 |
| 8 | 4.2702 |
| 9 | 3.9654 |
| 10 | 3.3987 |
| 11 | 5.9450 |
| 12 | 8.5194 |
| 13 | 11.9620 |
| 14 | 75.5857 |

| Expression Values | |
|-------------------|----------|
| | 1 |
| 1 | 61.6183 |
| 2 | 60.5245 |
| 3 | 20 |
| 4 | 12.5342 |
| 5 | 9.0904 |
| 6 | 5.8744 |
| 7 | 5.7107 |
| 8 | 5.9602 |
| 9 | 4.9580 |
| 10 | 4.7004 |
| 11 | 7.4534 |
| 12 | 9.9666 |
| 13 | 20.1792 |
| 14 | 110.5525 |

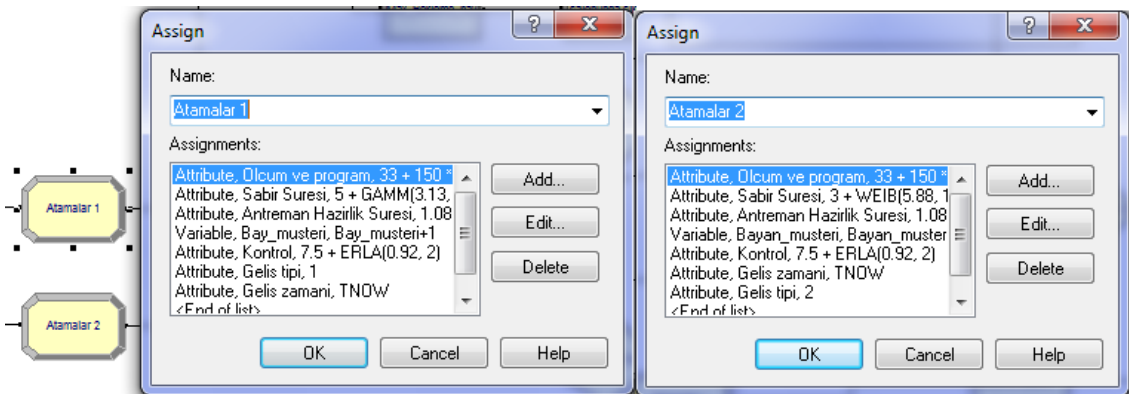
şekil 5.12. Saatlik gelişlerin belirlenmesi.

Sisteme belirli saatlerde belirli sayıda üyenin girebilmesi için “BayMusteri” ve “BayanMusteri” varlıklarını yaratan “Create “ modüllerinde, geliş tipi sabit, geliş değerleri bay üyeler için “BayGelisDagilimi(Saat,1)”, bayan üyeler için “BayanGelisDagilimi(Saat,1), geliş zaman birimi dakika ve ilk entity geliş zamanı 0,1 olacak şekilde tanımlanmıştır.



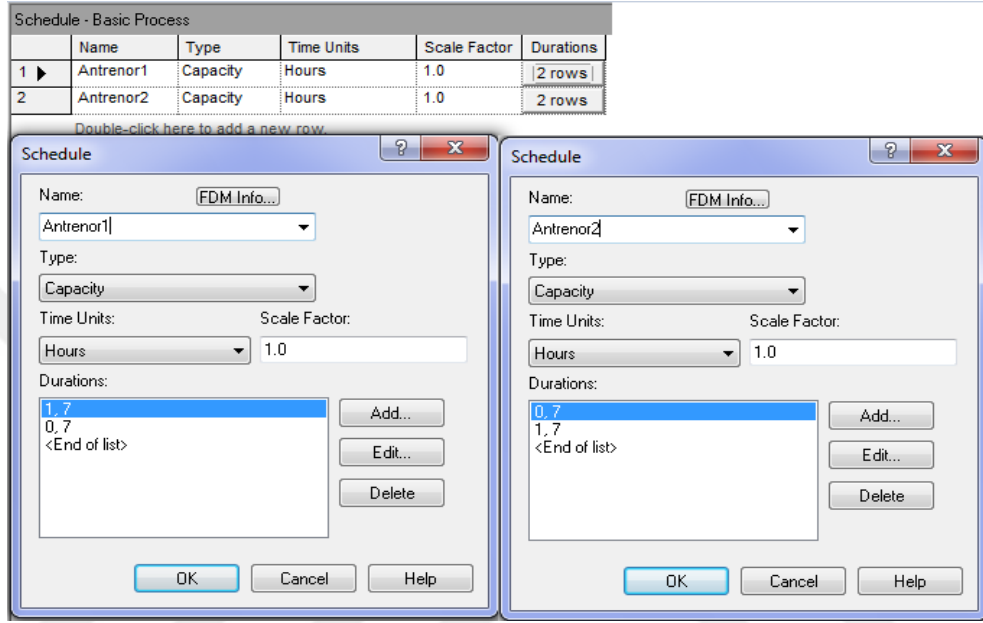
Şekil 5.13. Üye gelişî “Create” modülleri.

Sisteme üye gelişleri tanımlandıktan sonra, gelen üye entityleri için “Assign” modülleriyle başlangıç atamaları yapılmıştır. Bu ilk atamalarda, “BayMusterî” ve “BayanMusterî” entitylerine, ölçüm ve antreman programı belirleme süresi dağılımları “Olcum ve program”, bekleme salonu maksimum bekleme süresi dağılımları “Sabir Suresi”, soyunma odası kullanım süresi dağılımları “Antreman Hazirlik Suresi”, giriş kayıt-kontrol süresi dağılımları “Kontrol”, birer özellik olarak atanmıştır. Ayrıca bu atamalarda bay müşteriler için “Gelis tipi” 1 olarak, bayan müşteriler için “Gelis tipi” 2 olarak atanmış ve “Gelis zamanı” iki müşteri tipi içinde TNOW olarak belirlenmiştir. Bu atamalarda müşteri entitylerine atanan tüm bu özelliklerin dışında bir adette değişken atanmıştır. “Bay_musteri = Bay_musteri+1” ve “Bayan_musteri = Bayan_musteri+1” olarak atanan bu değişkenlerdeki amaç, sistemdeki müşteri sayısını sürekli olarak kontrol altında tutarak, yeni gelen bir müşteriye mevcut boş dolabın olup olmadığını ve bu duruma göre müşterinin soyunma odasına mı yoksa bekleme salonuna mı geçeceğine karar verebilmektir. Başlangıç atamalarının yapıldığı “Assign” modüllerini Şekil 5.14.’te verilmiştir.



Şekil 5.14. Başlangıç atamaları “Assign” modülleri.

14 saatlik süreçte 7’şer saatlik vardiyalar halinde çalışandan 2 antrenörü sisteme tanımlayabilmek için iki adet çizelge oluşturulmuş ve bu çizelgelere “Antrenor1” ve “Antrenor2” adları verilmiştir. Bu çizelgelerde antrenörlerin 7’şer saatlik iki dilim için çalışma kapasiteleri belirlenmiştir.



Şekil 5.15. Antrenör çalışma çizelgeleri.

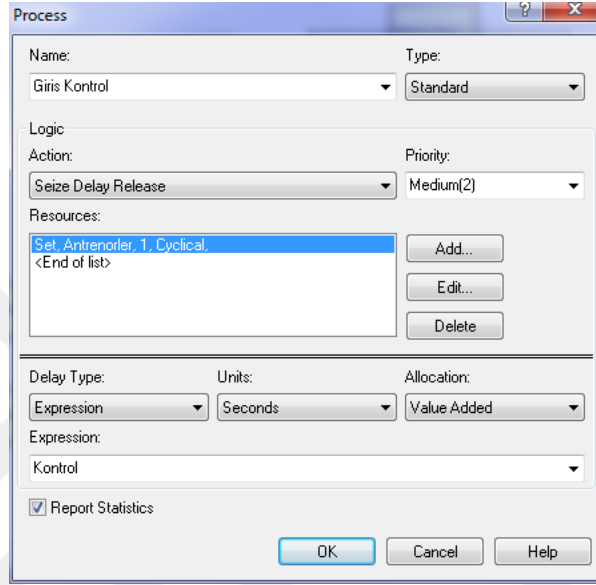
Daha sonraki süreçte, çalışma saatleri çizelgelenen personel antrenörlerin süreçlerde kullanılabilmesi için kaynak olarak tanımlanması gerekmektedir. Bunun için “Personel_antrenor_1” ve “Personel_antrenor_2” adlarında iki adet kaynak oluşturulmuş ve bu kaynakların çalışmaları antrenör çalışma çizelgeleri temelli olarak ayarlanmıştır.

| Resource - Basic Process | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------|-------------------|-----------|---------------|---------------|-------------|-------------|---------|---------------|----------|-------------------|
| | Name | Type | Capacity | Schedule Name | Schedule Rule | Busy / Hour | Idle / Hour | Per Use | StateSet Name | Failures | Report Statistics |
| 1 | Personel_antrenor_1 | Based on Schedule | Antrenor1 | Antrenor1 | Wait | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0 rows | ✓ |
| 2 | Personel_antrenor_2 | Based on Schedule | Antrenor2 | Antrenor2 | Wait | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0 rows | ✓ |

Şekil 5.16. Antrenör kaynakları.

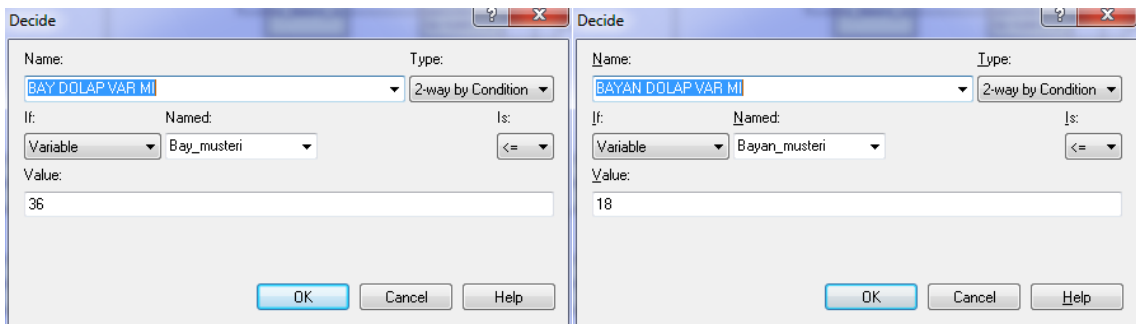
Bu kaynaklar için “Antrenorler” adında bir “Set” oluşturularak “Personel_antrenor_1” ve “Personel_antrenor_2” kaynakları bu set in üyeleri olarak kaydedilmiştir. Oluşturulan Set antrenörlerin görev yaptığı proseslerde kaynak olarak kullanılmıştır.

Sisteme giriş yapan müşterilerin giriş kontrol işlemine tabi tutulabilmesi için “Giris Kontrol” olarak adlandırılan bir proses oluşturulmuştur. “Size Delay Release” olarak oluşturulan bu modülde kaynak olarak “Antrenorler” kümesi kullanılmıştır. Proses süresi olarak başlangıç atamalarında tanımlanan “Kontrol” dağılımı kullanılmış ve zaman birimi saniye olarak ayarlanmıştır.



Şekil 5.17. Giriş kontrol “Process” i.

Sisteme girerek “Giris Kontrol” ü geçen müşteriler, “Geliş tipi” ne göre bir “Decide” modülü ile bay, bayan olarak ayrılmakta ve soyunma odalarında boş dolap olup olmadığı kontrol edilmektedir. Bu kontrol için “Decide” modülleri kullanılmış ve “Bay_musteri \leq 36” ve “Bayan_musteri \leq 18” sorgulamalarının sonuçlarına göre müşteriler soyunma odalarına veya bekleme salonlarına yönlendirilmektedirler.

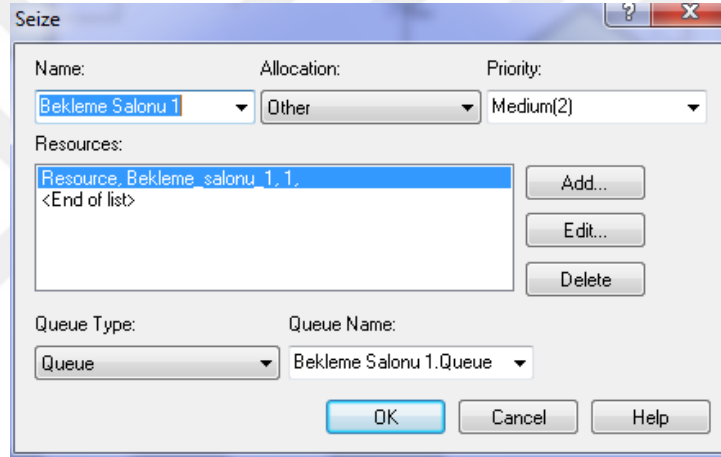


Şekil 5.18. Boş dolap kontrolü “Decide” modülleri.

Bekleme salonu sürecinin modellenmesi

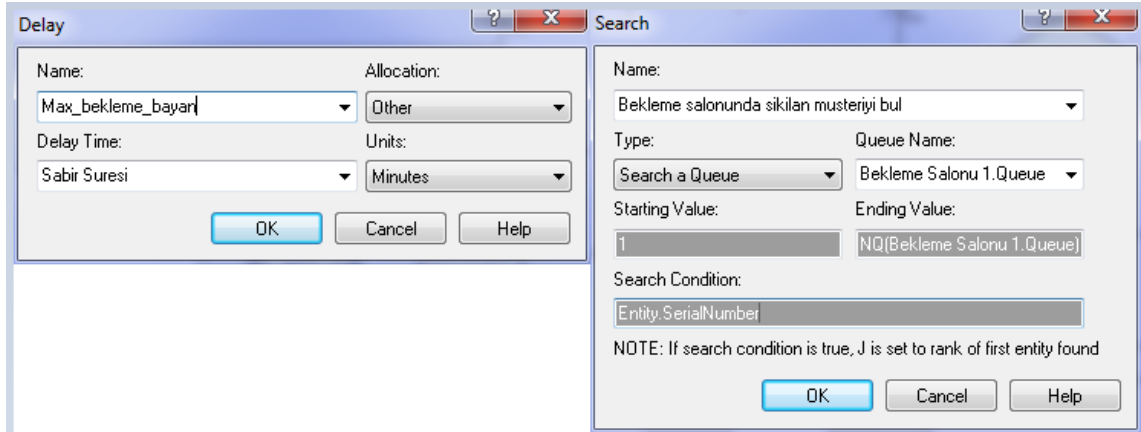
Sisteme gelen müşteri için soyunma odasında boş bir dolabın bulunmaması durumunda, müşteri bekleme salonuna geçmekte ve burada bir dolabın boşalmasını bir süre beklemektedir. Bu süreç Arena benzetim modelinde şu şekilde modellenmiştir:

“Dicede” modülünden çıkan müşteri entity si “Separate” modülü kullanılarak kopyalanmakta ve orijinal olan entity, “Bekleme Salonu 1” ismiyle oluşturulan bir “Seize” modülüne gelerek burada tutulmaktadır. Oluşturulan “Seize” modülünün kaynağı “Bekleme_salonu_1”, kuyruk adı ise “Bekleme Salonu 1.Queue” olarak tanımlanmıştır.



Şekil 5.19. Bekleme salonu “Seize” modülü.

“Separate” modülünden çıkan kopya entity “Max_bekleme_bayan(bay)” olarak adlandırılmış olan bir “Delay” modülüne gelmekte ve burada gecikme zamanı olarak tanımlanan “Sabir Suresi” olasılık dağılımı kadar geciktirilmektedir. Bu sürenin sonunda “Delay” modülünden çıkan çıkan entity “Bekleme salonunda sıkılan musteriye bul” adı verilmiş olan “Search” modülüne gelerek burada araştırma kısıtı olan “Entity.SerialNumber” kısıtına göre eşi olan entity i “Bekleme Salonu 1.Queue” isimli kuyrukta aramaktadır.

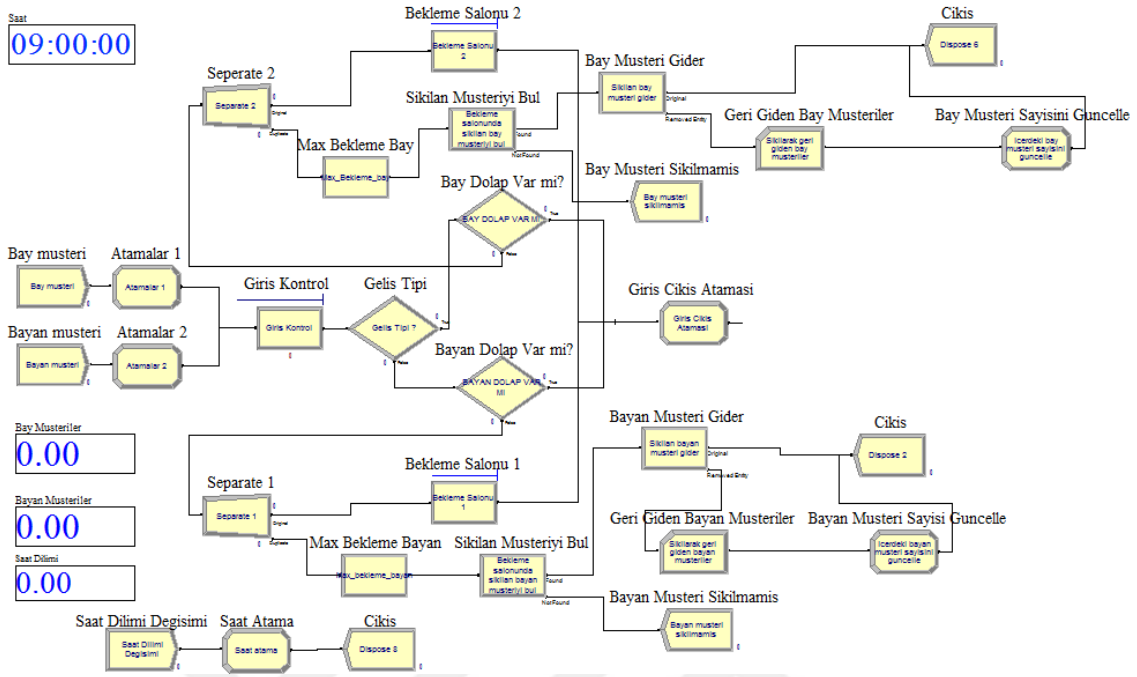


Şekil 5.20. Bekleme salonu “Delay” ve “Seize” modülleri.

Bu işlemler esnasında modelin son kısmına yerleştirilen ve kaynak olarak “Bekleme_salonu_1” tanımlanmış olan bir “Release” modülü ve onun öncesine konumlandırılmış “Bekleme Salonu 1” de bekleyen bir müşteri entitysi olup olmadığını kontrol eden bir “Decide” modülü ve “NQ(Bekleme Salonu 1.Queue)>0” karar kısıtı sayesinde, eğer “Bekleme Salonu 1” de bekleyen bir müşteri entitysi varsa, çıkışa gelen başka bir entity “Release” modülünden geçecek şekilde yönlendirilmekte ve “Release” modülünden geçen her bir entity için “Bekleme Salonu 1.Queue” kuyruğunda bekleyen bir entity serbest bırakılarak sisteme girmektedir.

“Sabir Suresi” içinde Bekleme Salonu kuyruğundaki bir entity, “Release” ile serbest bırakıldığında, “Search” modülündeki kopya entity işini bulamamakta ve “Musteri sıkılmaması” adlı “Dispose” ile sistemi terketmektedir. Ancak kuruktaki entity serbest bırakılmadıysa kopya entity eşini bulmakta ve found çıkışından çıkarak “Remove” modülüne girmektedir. Bu modül ile kuyruktaki eş olan orijinal entity silinmekte, kopya entity ise istatistik tutma amaçlı “Sıkılarak geri giden müşteriler” adlı “Record” modülünden geçmekte ve konumlandırılan bir “Assign” modülü ile de “Bayan_musteri = Bayan_musteri-1” ataması yapılarak sistemdeki üye sayısı güncellenmektedir. Sonrasında entity sistemden ayrılmaktadır.

Buraya kadar, bayan müşteriler için anlatılan bekleme salonu sürecinin aynısı bay müşteriler içinde yapılmıştır. Sisteme üye gelişi, kayıt-kontrol ve bekleme salonu süreçlerini içeren arena benzetim modeli görüntüsü Şekil 5.21.’de verilmiştir.

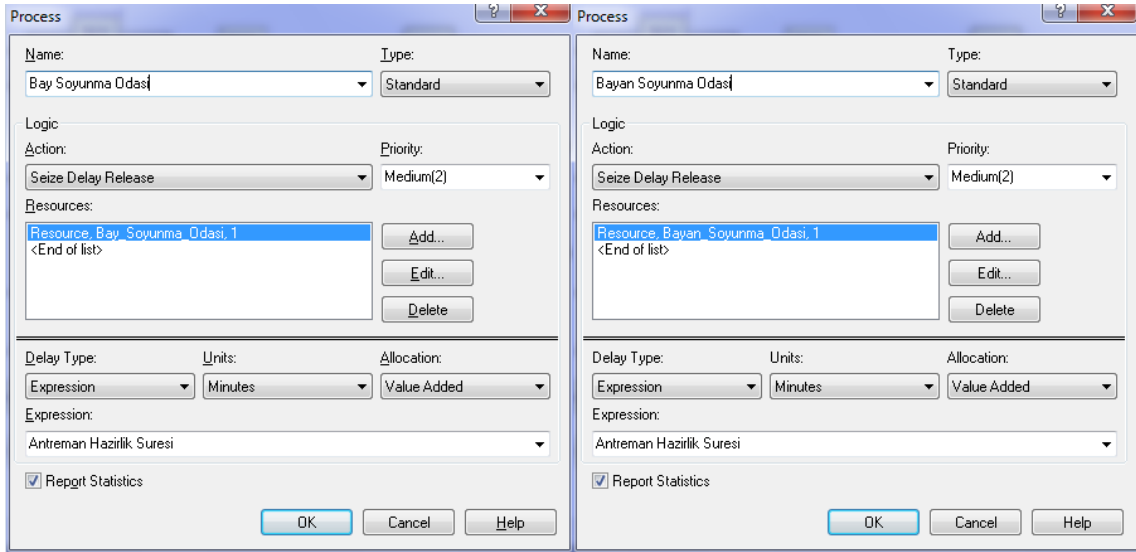


Şekil 5.21. Üye geliş ve bekleme salonu süreci Arena modeli.

Modelde, bekleme salonundan veya direkt olarak giriş kontrolden soyunma odasına geçen müşteri entityleri, soyunma odasına yönlendirilmeden önce, çıkışta da aynı soyunma odasını kullanabilmeleri için “Assign” modülü ile bir “Giris Cikis” özellik ataması yapılmıştır. Bu değer antremana girişte soyunma odasını kullanacak üyeler için 24 olarak atanmış, antreman çıkışında soyunma odasını kullanacak olan üyeler içinse, sistem çıkışına konulan başka bir “Assign” modülü ile bu değer 25 olarak atanmıştır.

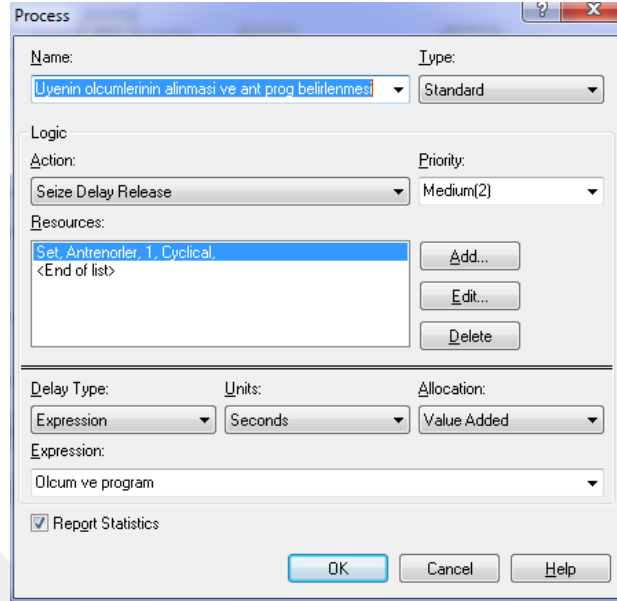
Soyunma odasına geçiş sürecinde entityler bir “Decide” modülü ile “Gelis tipi” özelliklerine göre ayrılmakta ve bay, bayan soyunma odalarına yönlendirilmektedirler. Bu yönlendirme soyunma odası proseslerinin önüne yerleştirilen “Route” ve “Station” modülleri ile yapılmaktadır. Bunun sebebi sistemden çıkış yapacak olan müşteri entitylerinin sistemin çıkışına yerleştirilen “Route” ve “Station” modülleri ile soyunma odalarına tekrar gelip bu kaynakları kullanabilmeleridir. Soyunma odası proseslerinin çıkışlarına yerleştirilen “Giris mi Cikis mi” adlı “Decide” modülleri ile entityler “Giris Cikis” özelliklerine göre ayrılmakta, bu değeri 24 olan ve sisteme yeni gelen entityler antreman sürecine geçmekte, sistemden çıkış yapacak entitylerin bu özellik değeri sistem sonunda 25 olarak atanmış olduğundan “Route” modülleriyle tekrar çıkışa yönlendirilmektedirler.

Bay ve bayan soyunma odaları benzetim modelinde iki adet “Process” modülü kullanılarak modellenmiş ve bu süreçlerdeki kullanılacak kaynaklar “Bay_Soyunma_Odasi” ve “Bayan_Soyunma_Odasi” olarak tanımlanmıştır. Gelen müşteri entitylerinin bu proseslerde işlem görecekları süreler, başlangıç atamalarında tanımlanan “Antreman Hazirlik Suresi” olasılık dağılımına göre belirlenmiştir.



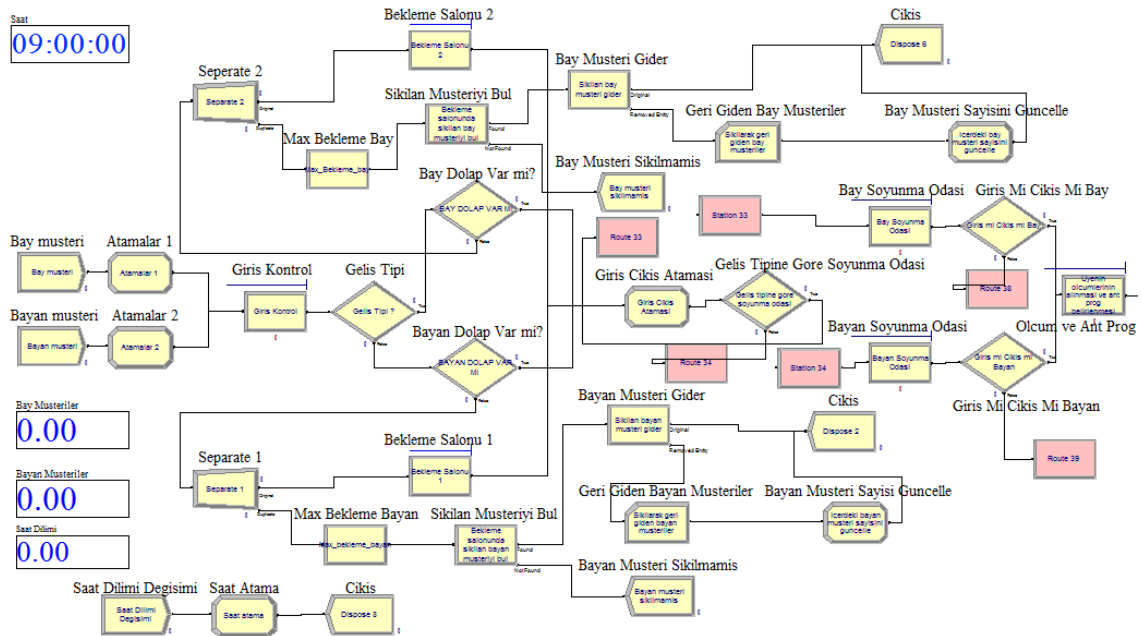
Şekil 5.22. Soyunma odaları “Process” modülleri.

Modelde, soyunma odasından çıkan müşteri entityleri “Decide” modülü ile “Giris Cikis” özelliklerine göre ayrılmakta ve bu özellik değeri 24 olan entityler “Uyenin olcumlerinin alınması ve ant prog belirlenmesi” olarak adlandırılmış olan, üyenin antrenör ile görüşüp ölçümlerinin yapıldığı ve antreman programlarının belirlendiği, “Process” modülüne girer. Bu proses “Giris Kontrol” prosesi ile aynı olarak “Antrenorler” kaynağını kullanır. “Giris Cikis” prosesinden farklı olarak burada işlem görecekları sürenin, başlangıç atamasında tanımlanan “Olcum ve program” olasılık dağılımına göre belirlenecek olmasıdır.



Şekil 5.23. Ölçüm ve antrenman programı belirleme “Process” modülü.

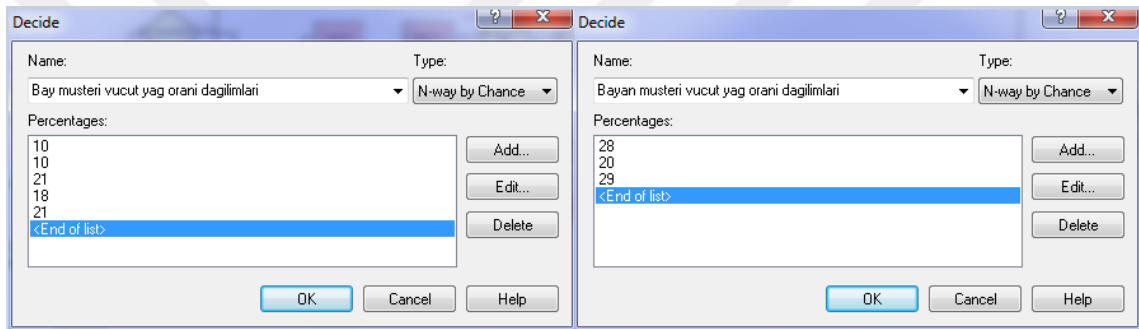
Sistemin tüm giriş sürecinin Arena modeli Şekil 5.24.’te verilmiştir.



Şekil 5.24. Giriş süreci Arena modeli.

Antreman sürecinin modellenmesi

Modeldeki antreman süreci, üyenin ölçümlerinin alınması ve antreman programının belirlenmesinden sonra, müşteri entitylerine bir “Assign” modülü ile “Antremana Baslama Ani” özelliğinin ve bu özelliğin değerinin TNOW olarak atanması ile başlamaktadır. Antremana başlama anları atanmış müşteri entityleri “Gelis tipi” özelliklerine göre bir “Decide” modülü ile “BayMusteri” ve “BayanMusteri” olarak ayrılmaktadırlar. Spor merkezi bilgi sisteminden, bay antreman programları ve bayan antreman programlarının uygulanma yüzdelerinin kayıtları alınarak “Decide” modülleri ile bu oranlar sisteme tanımlanmıştır.



Şekil 5.25. Antreman programlarının uygulanma oranları “Decide” modülleri.

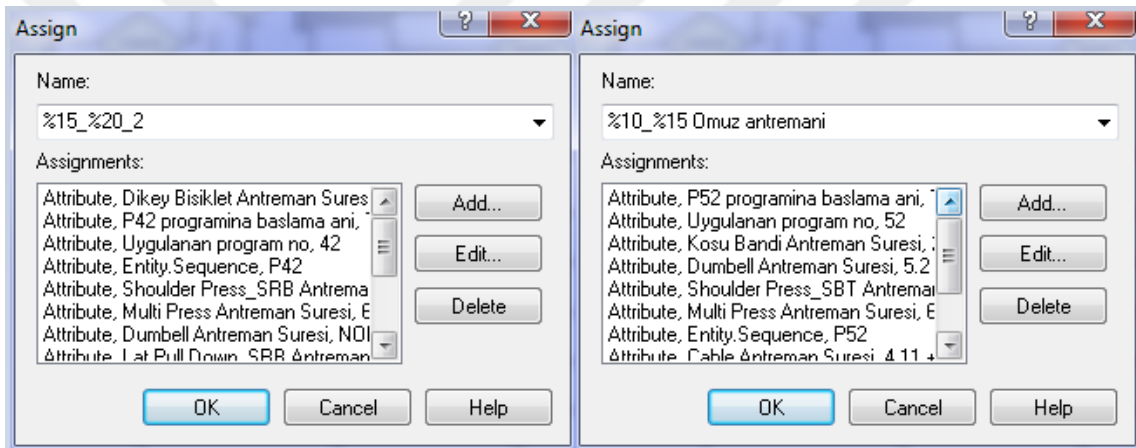
Antremanların uygulanma oranlarının belirlenmesinden sonra bazı programların kendi içerisinde 2, 3, 4 ve 5 güne yayılmış olarak uygulanması ve herbir günde yapılan antremanların uygulanma oranlarının eşit olmasından dolayı, bu türde olan programlarına eklenen “Decide” modülleriyle herbir gündeki antremanların eşit oranda yapılması sağlanmıştır.

Bay ve bayan müşteri entityleri, antreman uygulanma yüzdelerini tanımlamakta kullanılan “Decide” modülleri yardımıyla uygulayacakları antreman programlarına yönlendirilmekte ve uygulanacak antreman programının içerdiği özelliklerin tanımlanması, herbir programa özel olarak hazırlanmış “Assign” modüllerinde yapılmaktadır.

Önceki bölümlerde de açıklandığı üzere spor merkezide toplam 24 farklı antreman programı uygulanmaktadır. Bu antremanların içeriğindeki hareketlerin ortalama uygulanma süreleri olasılık dağılımları Çizelge 5.1.’de verilmiştir. Söz konusu antremanlardaki hareketlerin ortalama yapılma süreleri ve bunlardan başka üç özellik ataması daha, herbir antreman programı için ayrı ayrı oluşturulan “Assign” modülleriyle yapılmıştır. Herbir antreman programı için olmak

üzere toplamda 24 adet “Assign” modülü tanımlanmıştır. Bu modüller ile müşteri entitylerine atanan özellikler :

- Yapılacak antreman içeriğindeki hareketlerin uygulanma süreleri olasılık dağılımları,
- Uygulanacak antreman programına başlama anı, TNOW,
- Uygulanacak program no, 1, 2, 32, 54, 92, 103 gibi,
- Uygulanacak antreman kapsamındaki hareketlerin ve uygulanma sıralarının tanımlanması, Entity.Sequence, P1, P53, P8, P101 gibi



Şekil 5.26. Antreman hareket süre dağılımları ve diğer özelliklerin atanması.

Müşteri entitylerine tüm bu atamalar yapıldıktan sonra herbir programı uygulayan kişi sayısı istatistiğinin tutulabilmesi için “Assign” modülleri çıkışına “Record” modülleri yerleştirilmiş ve programların kaçar kişi tarafından uygulandığı verisi elde edilmiştir.

Antremanların içerdikleri hareketleri ve bu hareketlerin hangü sırada yapılması gerektiğini benzetim modeline tanımlayabilmek için “Sequence” modülü kullanılmıştır. Bu modüle 24 antreman programının kodları girilerek herbir proramın içerdiği hareketler sırası ile tanımlanmıştır. Yapılan bu uygulamanın örnekleri Şekil 5.27.’de verilmiştir.

| Sequence - Advanced Transfer | | |
|------------------------------|------|---------|
| | Name | Steps |
| 1 | P1 | 6 rows |
| 2 | P2 | 11 rows |
| 3 | P32 | 9 rows |
| 4 | P43 | 8 rows |
| 5 | P51 | 11 rows |
| 6 | P52 | 7 rows |
| 7 | P53 | 9 rows |
| 8 | P54 | 7 rows |
| 9 | P55 | 8 rows |
| 10 | P61 | 10 rows |
| 11 | P62 | 7 rows |
| 12 | P63 | 10 rows |
| 13 | P64 | 7 rows |
| 14 | P65 | 9 rows |
| 15 | P7 | 6 rows |
| 16 | P8 | 8 rows |
| 17 | P92 | 9 rows |
| 18 | P103 | 8 rows |
| 19 | P31 | 9 rows |
| 20 | P41 | 9 rows |
| 21 | P42 | 10 rows |
| 22 | P91 | 8 rows |
| 23 | P101 | 7 rows |
| 24 | P102 | 9 rows |

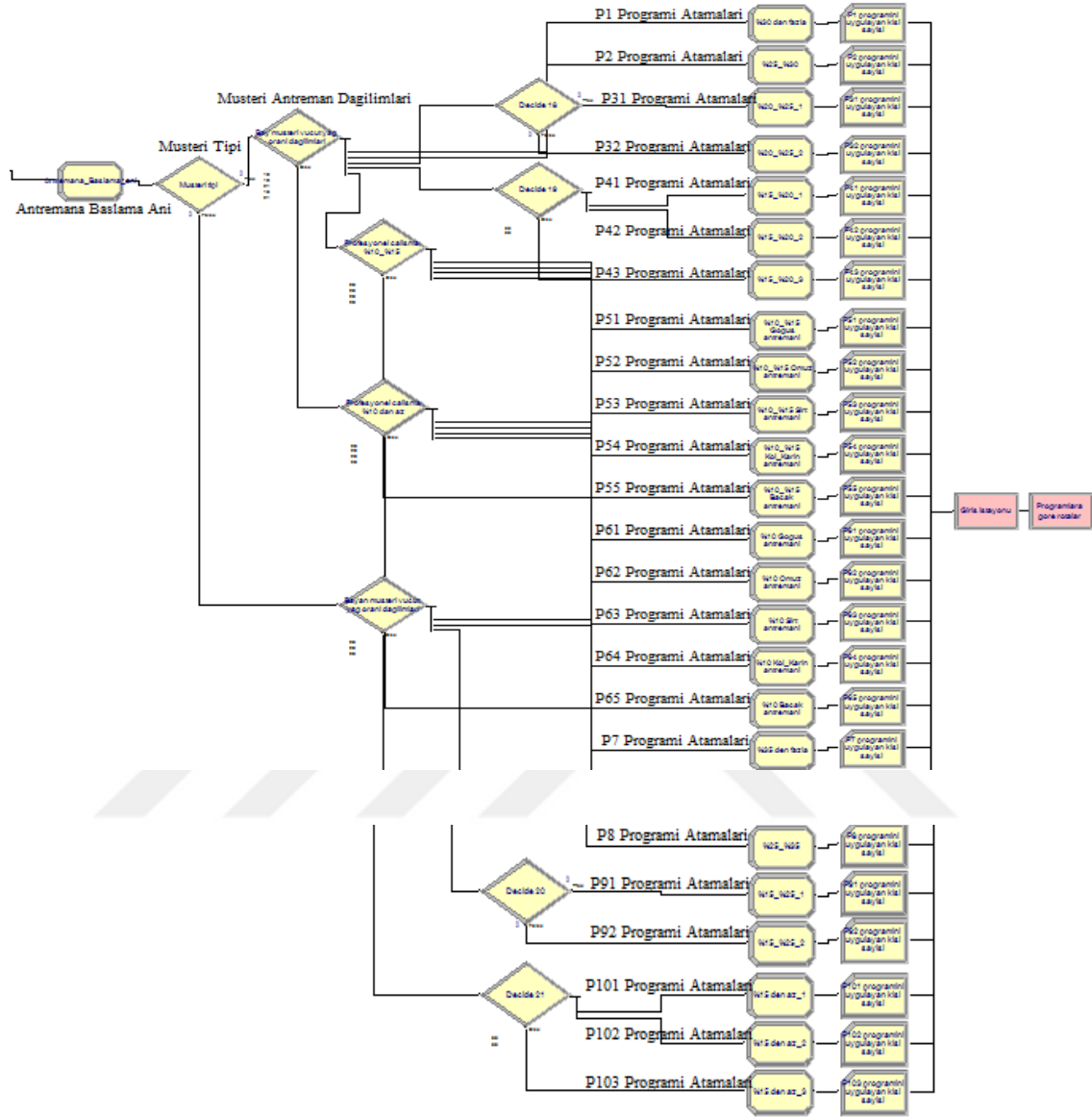
| Steps | | | | |
|-------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------|
| | Station Name | Step Name | Next Step | Assignments |
| 1 | Multi Press Machine | | | 0 rows |
| 2 | Incline Chest Press Machine | | | 0 rows |
| 3 | Incline Bench Press | | | 0 rows |
| 4 | Chest Press Machine_SRB | | | 0 rows |
| 5 | Bench Press | | | 0 rows |
| 6 | Pectoral Machine | | | 0 rows |
| 7 | Decline Bench Press | | | 0 rows |
| 8 | Wide Chest Press Machine | | | 0 rows |
| 9 | Cable | | | 0 rows |
| 10 | Kosu Bandi | | | 0 rows |
| 11 | Çıkis | | | 0 rows |

Double-click here to add a new row.

Şekil 5.27. Antreman içerikleri ve hareket sıralarının tanımlanması.

Antreman programları, antreman içerikleri ve içeriğin uygulanma sıraları, hareketlerin yapılma sürelerinin olasılık dağılımları ve antreman programına başlama anları atanmış müşteri entitileri “Giris istasyonu” adı verilen bir “Enter” modülünde toplanmakta ve “Sequence” modülü ile tanımlanan antreman hareketlerini belirlenmiş sırada yapmak amacıyla ”Programlara göre rotalar” olarak adlandırılmış olan “Route” modülüne geçerek rotalanmaktadır. Buradaki dikkat edilmesi gereken en önemli nokta bu modüldeki hedef tipinin “By Sequence” olarak ayarlanmış olmasıdır.

Antreman sürecinin bu ana kadar anlatılan bölümünün arena modeli görüntüsü aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.28. Antremanların yapılma oranı ve içeriklerinin belirlenmesi Arena modeli.

Spor merkezindeki fitness makinelerinin modellenmesi amacıyla 31 farklı fitness makinesinin herbiri için, makine isimleriyle aynı isimlerde olan bir “Process” tanımlanmıştır. Bu proseslerdeki kullanılacak olan ve yine fitness makinesiyle aynı ismi taşıyan kaynaklar proseslere tanımlanmıştır. Aynı makineden birden fazla olması durumunda “Resource” modülünden makine sayısınınca kaynak artırımı yapılmıştır.

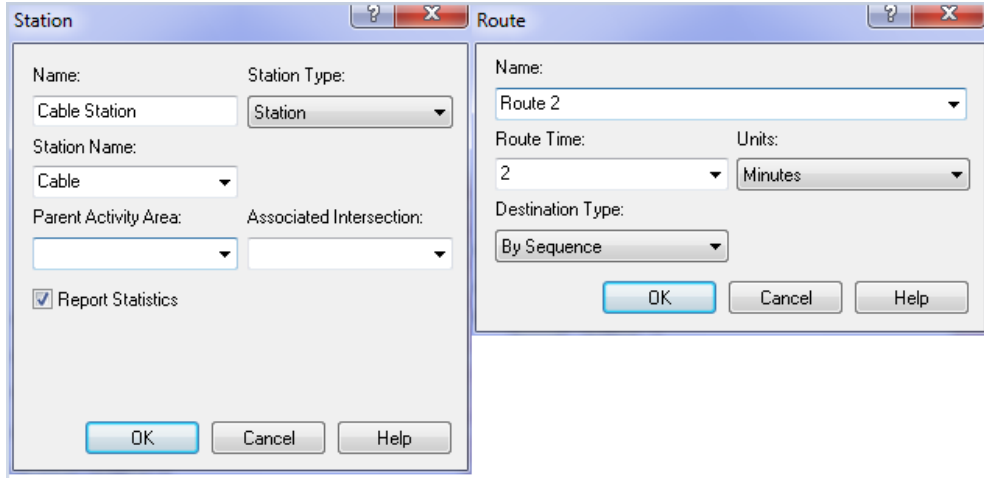
Proseslerde işlem gören entitylerin kaynakları kullanma süreleri her bir programda farklılık göstermektedir. Antreman programı içindeki her bir hareketin uygulanma süresi olasılık dağılımı gelen entitylere, aynı hareketler için aynı isimlerle fakat farklı dağılımlarla önceden

atandığı için, söz konusu proseslerdeki gecikme zamanları “Expression” olarak tanımlanmış ve dağılımları tanımlayan isimler kullanılmıştır.

Şekil 5.29. Fitness makine kaynaklarının tanımlanması “Process” modülü.

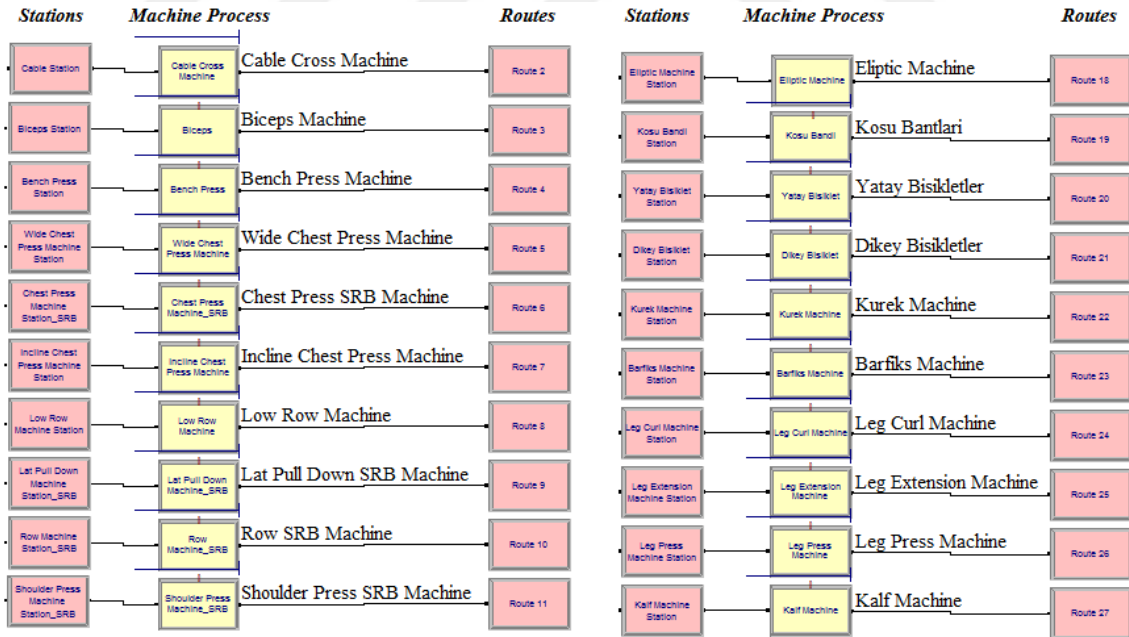
Rotalanan müşteri entitylerinin fitness makinelerini temsil eden proseslere, belirlenen programlarda uygulanacak hareket sırasına göre gidebilmeleri için, proseslerin önlerine proses ile aynı ismi taşıyan (makine isimleri) “Station” modülleri eklenmiş ve proses çıkışlarına da gitmesi gereken bir sonraki istasyona gidebilmeleri için “Route” modülleri eklenmiştir. Ayrıca en sona eklenen ve “Cikis” adı verilen bir istasyon ile antremanını tamamlayan müşteri entitysinin antremandan çıkışının yapılması amaçlanmıştır. Antreman sonunda entitynin çıkış istasyonuna gitmesi, “sequence” modülünde yapılan antreman ve hareket uygulama sıra atamasında her antreman bitişine bir çıkış eklenmesiyle sağlanmıştır.

Proses çıkışlarına konulan “Route” modüllerinde dikkat edilmesi gereken nokta hedef tipinin “By Sequence” olarak ayarlanmış olmasıdır ki buda entitynin tanımlanan rotaya göre hareket edebilmesi için gereklidir. Diğer önemli bir nokta ise rotalama zamanının 2 dakika olarak ayarlanmış olmasıdır. Bunun sebebi hareketler arasında dinlenme süresinin ortalama 2 dakika olmasıdır. Böylelikle hareketini tamamlayıp sıradaki hareketine geçecek bir üyenin 2 dakika dinlenmesi sağlanmıştır.

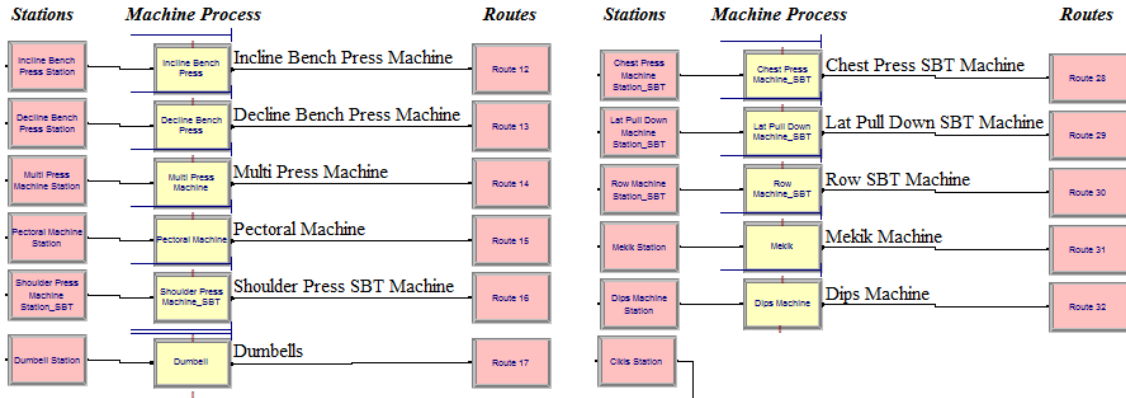


Şekil 5.30. Entity rotalama “Station” ve “Route” modülleri.

Spor merkezindeki fitness makinelerinin modellendiği Arena modeli Şekil 5.31.’de veilmiştir.



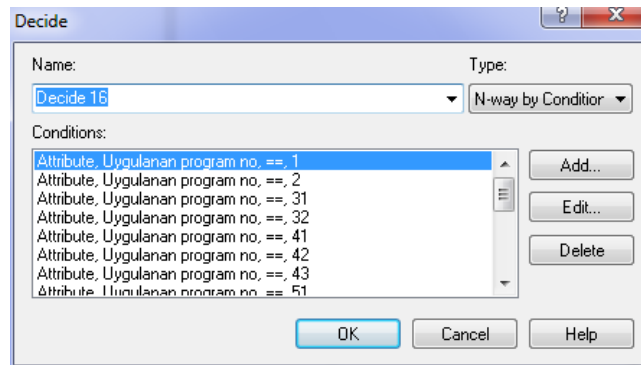
Şekil 5.31. Fitness makineleri Arena modeli.



Şekil 5.31. (devam) Fitness makineleri Arena modeli.

Sistemden çıkış sürecinin modellenmesi

Antremanı sonlanıp sistemden çıkış yapacak olan müşteri entityleri antreman sonuna konumlandırılan “Cikis” istasyonuna gelmekte ve bu istasyonun çıkışına konumlandırılan “Antremanda Gecen Toplam Sure” olarak adlandırılan bir “Record” modülünden geçmektedirler. Bu kayıt modülünde kayıt başlangıç zamanı “Antremana Baslama Ani” olarak belirlenmiş ve antremanda geçen ortalama toplam süre verisi elde edilmiştir. Bu kayıt alındıktan sonra entityler “Gelis tipi” ne göre ayrılmakta ve antreman çıkışı soyunma odalarını kullanmak üzere “Giris Cikis” özelliği 25 olarak atanmaktadır. Daha sonra entityler kendilerine atanmış olan “Uygulanan program no” özelliği ile uyguladıkları programlara ayrılmakta ve atanmış olan “Programa baslama ani” özelliklerine göre de programların ortalama uygulanma süreleri, herbir program için ayrı ayrı oluşturulan “Record” modülleriyle kayıt altına alınmaktadır.



Şekil 5.32. Entitylerin uyguladıkları programlara göre ayrılması “Decide” modülü.

Sitemin çıkış bölümünde kullanılan “Route” ve “Station” modülleriyle, Soyunma odası sürecinin anlatıldığı bölümde de açıklandığı üzere, sistemden çıkan müşteri entitylerinin soyunma odalarını kullanmaları sağlanmış ve kullanılan “Giriş Cıkis” özelliğiyle tekrar çıkışa yönlendirilmişlerdir.

Sistem çıkışındaki diğer bir veri kayıt süreci, bay ve bayan müşterilerin antremanlarda geçirdikleri ortalama toplam sürenin “Antremana Baslama Ani” ataması ile, sistemde geçirdikleri ortalama toplam sürenin “Gelis zamani” ataması ile oluşturulan “Record” modülleriyle kayıt altına alınmasıdır. Ayrıca hizmet verilen ortalama bay ve bayan üye sayıları da “Record” modülleriyle kayıt altına alınmıştır.

Son olarak sistemdeki bay ve bayan müşteri sayılarının güncellemeleri “Assign” modülleriye yapılmakta ve müşteri entityleri sistemi terketmektedir. Oluşturulan, Spor Merkezi Arena Benzetim Modeli EK-3’te verilmiştir.

5.2.2. Benzetim modelinin doğrulanması ve geçerliliği

Benzetim modelinin kurulmasından sonraki aşama, model gerçek sistem ile ne kadar uyumlu olduğunun test edilmesidir. Bu tez çalışmasında sistemin kurulan benzetim modeli çalıştırılmış, elde edilen sonuçlar ile gerçekteki sonuçlar karşılaştırılmıştır.

İlk olarak modelin ürettiği sisteme gelişler ile gerçekte meydana gelen spor merkezine gelişlerin sayıları karşılaştırılmıştır. Sistemde üye geliş sayıları toplamı 233 kişi olarak gerçekleşmiş, gözlemde ise bu sayı 221 kişi olarak gerçekleşmiştir.

İkinci olarak üyenin antremanda geçirdiği süreler gözlemlenerek, sistem çıktıları ile karşılaştırılmıştır. Oluşturulan benzetim modeli verisine göre ortalama antreman süresi 99 dakika olarak hesaplanmış olup, yapılan gözlemlerde bu değer ortalama 94 dakika olarak bulunmuştur. Bu karşılaştırmada da oluşturulan model ile gerçek sistem arasında farklı sonuçların olmadığı gözlemlenmiştir.

Benzetim modelinin doğrulanması için sistem yavaş çalıştırılmış ve sistemin davranışları gözlemlenmiştir. Bu gözlemler çalışan personel ile paylaşılmış ve sistemin işleyişi çalışanlar tarafından onaylanmıştır. Ayrıca varsayımlar da ele alınarak incelenmiş ve bu varsayımlar hakkında çalışan personelin görüşleri alınmıştır.

5.2.3. Modelin çıktı analizi

Bu bölümde benzetim modelinin 10 günlük çalıştırma süresinin sonunda elde edilen sonuçlar analiz edilmiştir. Sonuçların listelenmesinde temel alınacak zaman birimi dakika olarak ayarlanmıştır.

Modelin verdiği sonuçların analizinde öncelikle üyelerin ortalama sistemde kalma süresi ve ortalama antremanı tamamlama süresi belirlenmeye çalışılmıştır. İlgili süreler yapılan analizde; antremanda geçen ortalama toplam süre 99,33 dakika, bay üyelerin antremanda geçirdikleri ortalama toplam süre 100,7 dakika, bayan üyelerin antremanda geçirdikleri ortalama toplam süre 97,29 dakika, bay üyelerin sistemde geçirdikleri ortalama toplam süre 111,24 dakika, bayan üyelerin sistemde geçirdikleri ortalama toplam süre 108,37 dakika olarak bulunmuştur.

| Spor Salonu Benzetimi | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|
| Replications: 10 | | Time Units: Minutes | | | | |
| User Specified | | | | | | |
| Tally | | | | | | |
| Interval | Average | Half Width | Minimum Average | Maximum Average | Minimum Value | Maximum Value |
| Antremanda Gecen Sure_BAY | 100.70 | 5,01 | 88.6302 | 113.79 | 44.3814 | 252.32 |
| Antremanda Gecen Sure_BAYAN | 97.2874 | 2,99 | 87.8273 | 101.97 | 55.0253 | 250.53 |
| Antremanda Gecen Toplam Sure | 99.33 | 4,03 | 88.3043 | 108.28 | 44.3814 | 252.32 |
| P1 programinin uygulanma suresi | 109.58 | 8,79 | 95.3457 | 136.33 | 62.8329 | 244.22 |
| P101 programinin uygulanma suresi | 97.3296 | 7,65 | 81.8633 | 112.74 | 55.0253 | 146.93 |
| P102 programinin uygulanma suresi | 86.4254 | 6,38 | 72.2127 | 98.2288 | 61.1508 | 143.19 |
| P103 programinin uygulanma suresi | 81.6134 | 5,08 | 73.9526 | 95.0730 | 61.3709 | 132.60 |
| P2 programinin uygulanma suresi | 148.24 | 12,90 | 129.07 | 181.65 | 92.6748 | 252.32 |
| P31 programinin uygulanma suresi | 119.12 | 12,67 | 98.1371 | 151.74 | 75.3460 | 183.96 |
| P32 programinin uygulanma suresi | 95.8258 | 5,85 | 86.0817 | 109.91 | 65.7556 | 152.80 |
| P41 programinin uygulanma suresi | 98.2468 | 6,16 | 85.4370 | 116.22 | 72.9765 | 142.91 |
| P42 programinin uygulanma suresi | 101.31 | 8,60 | 81.9003 | 116.00 | 74.7966 | 149.72 |
| P43 programinin uygulanma suresi | 80.3716 | 10,18 | 67.1804 | 107.50 | 59.4391 | 140.59 |
| P51 programinin uygulanma suresi | 110.67 | 6,21 | 101.55 | 127.52 | 89.8689 | 155.23 |
| P52 programinin uygulanma suresi | 84.8478 | 6,68 | 68.0535 | 99.08 | 60.1006 | 148.05 |
| P53 programinin uygulanma suresi | 82.6083 | 3,82 | 75.3939 | 88.9927 | 69.2777 | 107.34 |
| P54 programinin uygulanma suresi | 65.3199 | 5,75 | 57.6751 | 81.3965 | 49.7293 | 106.24 |
| P55 programinin uygulanma suresi | 89.4909 | 7,44 | 79.5617 | 114.39 | 67.7722 | 127.69 |

Şekil 5.33. Arena program çıktısı 1.

| | | | | | | |
|----------------------------------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|
| P61 programinin uygulanma suresi | 93.1982 | 6,57 | 78.8397 | 106.88 | 74.6358 | 128.89 |
| P62 programinin uygulanma suresi | 86.9402 | 9,82 | 73.0450 | 106.99 | 52.7767 | 141.09 |
| P63 programinin uygulanma suresi | 86.1284 | 6,41 | 73.7517 | 100.14 | 68.3328 | 127.18 |
| P64 programinin uygulanma suresi | 56.6599 | 4,22 | 45.2346 | 65.2361 | 44.3814 | 92.8731 |
| P65 programinin uygulanma suresi | 87.3698 | 23,01 | 0.00 | 111.56 | 0.00 | 135.78 |
| P7 programinin uygulanma suresi | 94.3150 | 4,92 | 82.8042 | 103.51 | 70.0000 | 142.37 |
| P8 programinin uygulanma suresi | 106.66 | 10,59 | 87.3621 | 129.58 | 65.5165 | 247.01 |
| P91 programinin uygulanma suresi | 113.44 | 9,38 | 91.6863 | 135.98 | 66.3396 | 250.53 |
| P92 programinin uygulanma suresi | 85.1364 | 7,25 | 76.6138 | 106.56 | 60.0736 | 131.49 |
| Toplam Gececi Sure_BAY | 111.24 | 4,74 | 99.84 | 123.30 | 52.5066 | 265.55 |
| Toplam Gececi Sure_BAYAN | 108.37 | 3,09 | 99.10 | 113.43 | 63.8496 | 259.42 |

Şekil 5.33. (devam) Arena program çıktısı 1.

Model çıktısının analizine devam edilmiş ve günlük hizmet verilen ortalama üye sayılarının tespit edilmesine çalışılmıştır. Hizmet verilen ortalama bay ve bayan üye sayıları, antreman programlarının günde ortalama kaç kişi tarafından uygulandığı ve yoğun saatlerde bekleyerek antreman yapmayı giden ortalama bay ve bayan üye sayıları Şekil 5.34.' te verilmiştir.

| Spor Salonu Benzetimi | | | | |
|---------------------------------------|---------|------------|-----------------|-----------------|
| Replications: 10 Time Units: Minutes | | | | |
| User Specified | | | | |
| Counter | | | | |
| Count | Average | Half Width | Minimum Average | Maximum Average |
| Antreman Yapan Bay üye Sayısı | 115.90 | 2,42 | 108.00 | 119.00 |
| Antreman Yapan Bayan üye Sayısı | 78.3000 | 2,13 | 74.0000 | 82.0000 |
| P1 programini uygulayan kişi sayısı | 11.2000 | 2,28 | 6.0000 | 17.0000 |
| P101 programini uygulayan kişi sayısı | 6.8000 | 1,87 | 2.0000 | 11.0000 |
| P102 programini uygulayan kişi sayısı | 5.1000 | 1,45 | 3.0000 | 9.0000 |
| P103 programini uygulayan kişi sayısı | 7.3000 | 1,51 | 3.0000 | 10.0000 |
| P2 programini uygulayan kişi sayısı | 13.3000 | 2,96 | 5.0000 | 19.0000 |
| P31 programini uygulayan kişi sayısı | 11.1000 | 2,32 | 5.0000 | 16.0000 |
| P32 programini uygulayan kişi sayısı | 14.1000 | 2,32 | 8.0000 | 19.0000 |
| P41 programini uygulayan kişi sayısı | 7.2000 | 1,21 | 4.0000 | 9.0000 |
| P42 programini uygulayan kişi sayısı | 6.3000 | 1,82 | 2.0000 | 12.0000 |
| P43 programini uygulayan kişi sayısı | 7.8000 | 1,30 | 5.0000 | 10.0000 |

Şekil 5.34. Arena program çıktısı 2.

| | | | | |
|---------------------------------------|---------|------|---------|---------|
| P51 programini uygulayan kisi sayisi | 5.7000 | 1,69 | 2.0000 | 9.0000 |
| P52 programini uygulayan kisi sayisi | 5.0000 | 2,08 | 2.0000 | 11.0000 |
| P53 programini uygulayan kisi sayisi | 4.6000 | 1,85 | 2.0000 | 10.0000 |
| P54 programini uygulayan kisi sayisi | 5.0000 | 1,78 | 1.0000 | 9.0000 |
| P55 programini uygulayan kisi sayisi | 4.6000 | 1,27 | 2.0000 | 7.0000 |
| P61 programini uygulayan kisi sayisi | 4.7000 | 1,69 | 1.0000 | 9.0000 |
| P62 programini uygulayan kisi sayisi | 5.6000 | 1,52 | 3.0000 | 10.0000 |
| P63 programini uygulayan kisi sayisi | 4.9000 | 1,49 | 3.0000 | 8.0000 |
| P64 programini uygulayan kisi sayisi | 5.2000 | 1,61 | 1.0000 | 8.0000 |
| P65 programini uygulayan kisi sayisi | 4.2000 | 1,65 | 0.00 | 7.0000 |
| P7 programini uygulayan kisi sayisi | 20.8000 | 2,71 | 12.0000 | 26.0000 |
| P8 programini uygulayan kisi sayisi | 18.6000 | 3,08 | 14.0000 | 27.0000 |
| P91 programini uygulayan kisi sayisi | 12.5000 | 2,32 | 8.0000 | 17.0000 |
| P92 programini uygulayan kisi sayisi | 10.5000 | 1,08 | 8.0000 | 12.0000 |
| Sikilarak geri giden bay musteriler | 0.5000 | 1,13 | 0.00 | 5.0000 |
| Sikilarak geri giden bayan musteriler | 8.4000 | 1,02 | 6.0000 | 11.0000 |

Şekil 5.34. (devam) Arena program çıktısı 2.

Benzetim modelinin verdiği sonuçlardan elde edilen personel ve fitness makineleri kaynaklarının kullanım oranları Şekil 5.35.'te gösterildiği gibidir.

Spor Salonu Benzetimi

Replications: 10 Time Units: Minutes

Resource

Usage

| Scheduled Utilization | Average | Half Width | Minimum Average | Maximum Average |
|-----------------------|------------|------------|-----------------|-----------------|
| Barfiks_Machine | 0.05459198 | 0,02 | 0.02943251 | 0.1013 |
| Bay_Soyunma_Odasi | 0.03348536 | 0,00 | 0.03142865 | 0.03533675 |
| Bayan_Soyunma_Odasi | 0.04586334 | 0,00 | 0.04155838 | 0.04893299 |
| Bekleme_salonu_1 | 0.4203 | 0,02 | 0.3825 | 0.4522 |
| Bekleme_salonu_2 | 0.0909 | 0,11 | 0.00 | 0.3310 |
| Bench_Press | 0.1638 | 0,02 | 0.0933 | 0.2045 |
| Biceps_Machine | 0.3007 | 0,02 | 0.2561 | 0.3537 |
| Cable_Cross | 0.4625 | 0,02 | 0.4235 | 0.5033 |
| Chest_Press_SBT | 0.5764 | 0,03 | 0.5071 | 0.6560 |
| Chest_Press_SRB | 0.05839162 | 0,01 | 0.02795376 | 0.08707742 |
| Decline_Bench_Press | 0.1221 | 0,02 | 0.06959812 | 0.1497 |
| Dikey_Bisiklet | 0.5758 | 0,03 | 0.4940 | 0.6332 |
| Dips_Machine | 0.04922678 | 0,01 | 0.02414833 | 0.08369912 |
| Dumbbells | 0.02219981 | 0,00 | 0.01705553 | 0.02391500 |
| Eliptic_Machine | 0.2031 | 0,01 | 0.1682 | 0.2292 |
| Incline_Bench_Press | 0.1291 | 0,02 | 0.07432762 | 0.1603 |
| Incline_Chest_Press | 0.1244 | 0,02 | 0.06840618 | 0.1547 |
| Kalf_Machine | 0.1621 | 0,01 | 0.1227 | 0.1854 |
| Kosu_Bandi | 0.6542 | 0,01 | 0.6405 | 0.6643 |

Şekil 5.35. Arena program çıktısı 3.

| | | | | |
|-----------------------|------------|------|------------|------------|
| Kurek_Machine | 0.1484 | 0,02 | 0.0923 | 0.1805 |
| Lat_Pull_Down_SBT | 0.2968 | 0,04 | 0.2448 | 0.4199 |
| Lat_Pull_Down_SRB | 0.1006 | 0,02 | 0.05582269 | 0.1432 |
| Leg_Curl_Machine | 0.1748 | 0,01 | 0.1395 | 0.1933 |
| Leg_Extension_Machine | 0.2281 | 0,02 | 0.1767 | 0.2802 |
| Leg_Press_Machine | 0.3544 | 0,03 | 0.2851 | 0.4097 |
| Low_Row | 0.07953347 | 0,02 | 0.04791472 | 0.1274 |
| Mekik_Machine | 0.1361 | 0,01 | 0.1250 | 0.1550 |
| Multi_Press_Machine | 0.3082 | 0,02 | 0.2656 | 0.3437 |
| Pectoral_Machine | 0.1966 | 0,03 | 0.1500 | 0.2638 |
| Personel_antrenor_1 | 0.1977 | 0,01 | 0.1839 | 0.2070 |
| Personel_antrenor_2 | 0.2687 | 0,01 | 0.2405 | 0.2930 |
| Row_Machine_SBT | 0.2895 | 0,02 | 0.2208 | 0.3291 |
| Row_Machine_SRB | 0.05610943 | 0,02 | 0.02841882 | 0.0999 |
| Shoulder_Press_SBT | 0.6560 | 0,03 | 0.5826 | 0.7454 |
| Shoulder_Press_SRB | 0.1222 | 0,03 | 0.05097930 | 0.1855 |
| Soyunma_odasi | 0.00 | 0,00 | 0.00 | 0.00 |
| Wide_Chest_Press | 0.05674432 | 0,01 | 0.02591965 | 0.07810953 |
| Yatay_Bisiklet | 0.6571 | 0,03 | 0.5976 | 0.7193 |

Şekil 5.35. (devam) Arena program çıktısı 3.

Son olarak süreçlerdeki kaynaklardaki meydana gelen kuyruklar incelenmiştir. Kuyruklardaki ortalama bekleme süreleri incelendiğinde, en çok beklemenin meydana geldiği ve darboğazların olduğu 5 makine belirlenmiştir. Bu makineler ve oluşan bekleme zamanları şu şekilde gerçekleşmiştir :

Sabit Ağırlıklı Chest Press Makinesi – 8,05 dakika; Koşu Bantları – 9,27 dakika; Sabit ağırlıklı Shoulder Press Makinesi – 15 dakika; Yatay Bisikletler – 10,13 dakika; Dikey Bisikletler – 7,41 dakika.

Modeldeki kaynaklarda oluşan bekleme sürelerinin Arena program çıktısı Şekil 5.36.'da verilmiştir.

Spor Salonu Benzetimi

Replications: 10 Time Units: Minutes

Queue

Time

| Waiting Time | Average | Half Width | Minimum Average | Maximum Average | Minimum Value | Maximum Value |
|---|------------|------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|
| Barfiks Machine.Queue | 0.0991 | 0,13 | 0.00 | 0.5777 | 0.00 | 2.4872 |
| Bay Soyunma Odasi.Queue | 0.00 | 0,00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Bayan Soyunma Odasi.Queue | 0.00 | 0,00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Bekleme Salonu 1.Queue | 2.8901 | 0,38 | 2.1377 | 3.7409 | 0.00 | 11.0684 |
| Bekleme Salonu 2.Queue | 0.2683 | 0,49 | 0.00 | 2.1796 | 0.00 | 5.1372 |
| Bench Press.Queue | 0.8593 | 0,39 | 0.07227246 | 1.9078 | 0.00 | 15.2589 |
| Biceps.Queue | 1.0143 | 0,30 | 0.3622 | 1.7805 | 0.00 | 11.9090 |
| Cable Cross Machine.Queue | 2.8108 | 0,67 | 1.7070 | 4.8377 | 0.00 | 20.0471 |
| Chest Press Machine_SBT.Queue | 8.0589 | 4,06 | 3.2991 | 19.6431 | 0.00 | 50.5717 |
| Chest Press Machine_SRB.Queue | 0.0956 | 0,12 | 0.00 | 0.4940 | 0.00 | 4.9403 |
| Decline Bench Press.Queue | 0.3559 | 0,32 | 0.00 | 1.4491 | 0.00 | 7.4147 |
| Dikey Bisiklet.Queue | 7.4117 | 4,39 | 1.9489 | 19.5407 | 0.00 | 48.2083 |
| Dips Machine.Queue | 0.02684390 | 0,06 | 0.00 | 0.2684 | 0.00 | 2.6844 |
| Dumbel.Queue | 0.00 | 0,00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Elliptic Machine.Queue | 0.00193819 | 0,00 | 0.00 | 0.01634798 | 0.00 | 1.2915 |
| Girls Kontrol.Queue | 0.0920 | 0,02 | 0.05812420 | 0.1494 | 0.00 | 2.9506 |
| Incline Bench Press.Queue | 0.2705 | 0,23 | 0.00 | 0.7697 | 0.00 | 8.7922 |
| Incline Chest Press Machine.Queue | 0.5594 | 0,29 | 0.04440732 | 1.1362 | 0.00 | 6.6563 |
| Kalf Machine.Queue | 0.2916 | 0,12 | 0.04536573 | 0.6028 | 0.00 | 5.3305 |
| Kosu Bandi.Queue | 9.2789 | 2,52 | 3.9343 | 17.9555 | 0.00 | 52.9221 |
| Kurek Machine.Queue | 0.04899433 | 0,10 | 0.00 | 0.4301 | 0.00 | 6.8346 |
| Lat Pull Down Machine_SBT.Queue | 1.0303 | 0,54 | 0.4188 | 2.9575 | 0.00 | 18.8387 |
| Lat Pull Down Machine_SRB.Queue | 0.2454 | 0,18 | 0.00 | 0.5787 | 0.00 | 5.7709 |
| Leg Curl Machine.Queue | 0.3234 | 0,06 | 0.1940 | 0.4511 | 0.00 | 6.0662 |
| Leg Extension Machine.Queue | 0.6496 | 0,11 | 0.3545 | 0.8421 | 0.00 | 7.5375 |
| Leg Press Machine.Queue | 1.3447 | 0,34 | 0.6804 | 2.3672 | 0.00 | 22.0657 |
| Low Row Machine.Queue | 0.2138 | 0,25 | 0.00 | 0.9758 | 0.00 | 5.2915 |
| Mekik.Queue | 0.03386648 | 0,02 | 0.00 | 0.08857143 | 0.00 | 2.4147 |
| Multi Press Machine.Queue | 0.9895 | 0,37 | 0.1559 | 1.6620 | 0.00 | 13.9374 |
| Pectoral Machine.Queue | 0.5037 | 0,26 | 0.00767015 | 1.2665 | 0.00 | 11.8065 |
| Row Machine_SBT.Queue | 0.8125 | 0,35 | 0.2889 | 1.9995 | 0.00 | 11.2811 |
| Row Machine_SRB.Queue | 0.08430513 | 0,11 | 0.00 | 0.3755 | 0.00 | 4.4082 |
| Shoulder Press Machine_SBT.Queue | 15.0632 | 7,88 | 5.3919 | 34.4809 | 0.00 | 74.5717 |
| Shoulder Press Machine_SRB.Queue | 0.3626 | 0,20 | 0.00 | 0.6640 | 0.00 | 6.7017 |
| Uyenin ölçümlerinin alınması ve ant prog belirlenmesi.Queue | 0.02438229 | 0,01 | 0.00903187 | 0.05921049 | 0.00 | 1.9079 |
| Wide Chest Press Machine.Queue | 0.00 | 0,00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Yatay Bisiklet.Queue | 10.1377 | 3,38 | 4.4915 | 16.6958 | 0.00 | 58.8081 |

Şekil 5.36. Arena program çıktısı 4.

6. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ

6.1. Senaryoların Belirlenmesi

Veri zarflama analizinin ilk aşaması karar verme birimlerinin seçilmesidir. Karar verme birimleri seçilirken, benzer girdi ve çıktı değerlerine sahip olup olmadıklarına dikkat edilmelidir. Seçilecek olan karar verme birimleri kümesi homojen olmalıdır.

Yapılan bu tez çalışmasında önceki bölümlerde de anlatıldığı üzere bir spor merkezini analiz etmek amacıyla benzetim modeli oluşturulmuş ve mevcut durumdaki kaynak kullanımları, bekleme süreleri ve oluşan darboğazlar, ortalama antrenman süreleri, hizmet verilen ortalama üye sayıları gibi veriler elde edilmiştir. İncelenen spor merkezindeki mevcut durumu iyileştirmek amacıyla veri zarflama analizinde karar verme birimi olarak kullanılacak olan iyileştirme senaryoları oluşturulmuştur. Sonraki süreçte bu senaryoların göreceli etkinlik analizlerinin yapılarak en verimli senaryoların tespiti ile spor merkezindeki oluşan darboğazların giderilmesi, bekleme sürelerinin azalmasıyla antrenman sürelerinin kısaltılması ve kaynak kullanımlarının azaltılması amaçlanmıştır. Bu senaryolar oluşturulurken;

- Öncelikle darboğazların olduğu makineler göz önünde bulundurulmuş ve buralarda oluşan darboğazları gidermek ve bekleme sürelerini kısaltmak için, oluşacak maliyetlerde göz önünde bulundurularak, bu kaynakların sayılarını artırma yoluna gidilmiştir.
- Görevli antrenör kaynaklarının mevcut durumdaki kullanım oranlarının azaltılarak, antrenörün boş kalma oranlarının artırılması amaçlanmıştır. Bunun sebebi antrenörün kayıt, kontrol, ölçüm, program belirleme gibi işlerinin haricinde, boş kaldığı zamanlarda saha içinde daha aktif olması, antremandaki kişilere yardım etmesi ve hareketlerin uygulanışlarını göstererek kontrol etmesi gibi durumlara daha çok vakit ayırabilmesidir.

Senaryolar oluşturulurken kaynak artırımına gidilecek olan darboğaz oluşturan makinelerin fiyatları araştırılmış (www.voitbayi.com) ve yapılacak olan makine kombinasyonlarının fiyatları belirlenmiştir. Spor merkezinin mali bir kısıtı olduğundan, belirli bir fiyatın üzerinde olan makine kombinasyonları dikkate alınmamıştır. Ayrıca antrenör kaynağı artırımını ile ilgili olarak, yönetimin aldığı karar doğrultusunda artırılacak antrenör sayısı 1 kişi olarak belirlenmiş ve bu kaynak artırımını, senaryolarda kaynak artırımını yapılmaması; sabah vardiyasında 1 antrenör kaynak artırımını yapılması; akşam vardiyasında 1 antrenör kaynak artırımını yapılması olarak, makine kaynağı artırımları ile kombine edilmiş ve senaryolar oluşturulmuştur.

Bu kısıtların ve mevcut durumun değerlendirilmesi ile 177 adet senaryo oluşturulmuştur. Herbir senaryo için kaynak miktarlarında değişiklikler yapılarak benzetim modeli 10 günlük süre için çalıştırılmış ve model çıktıları kaydedilmiştir. Oluşturulan benzetim modeli toplamda 1770 defa çalıştırılarak senaryo sonuçlarına ulaşılmıştır. Oluşturulan iyileştirme senaryoları ve maliyetleri EK-4'te verilmiştir.

6.2. Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi

Veri zarflama analizinde karar birimlerinin oluşturulmasından sonraki adım, karar birimlerinin karşılaştırılmasında kullanılacak olan girdi ve çıktıların belirlenmesidir. Girdi ve çıktı, sistemin etkinliğini yansıtacak şekilde seçilmelidir. Birbirinden farklı ve yanlış girdi çıktı seçimi, analizin çok farklı ve yanıltıcı sonuçlar vermesine sebep olacağından girdi çıktı seçimi önemli bir adımdır.

Bu çalışmadaki oluşturulan senaryoların etkinlik analizlerinin yapılabilmesi için sistemi temsil edebilecek 2 adet girdi ve 3 adet çıktı belirlenmiştir.

Analizde kullanılan girdiler :

- Antrenör sayısı : Spor merkezinde sabah ve akşam vardiyalarında görev yapan toplam antrenör sayısıdır. (Girdi 1 – G1)
- Makine Maliyeti : Senaryolardaki kaynak sayısı artırılacak olan makinelerin veya makine kombinasyonlarının satın alma maliyetidir. (Girdi 2 – G2)

Analizde kullanılan çıktılar :

- Ortalama antreman Süresi : Üyelerin, uyguladıkları antremanları ortalama tamamlama süresidir. (Çıktı 1 – Ç1)
- Hizmet verilen üye sayısı : Spor merkezine gelerek antremanını tamamlayıp çıkan üye sayısıdır. (Çıktı 2 – Ç2)
- Ortalama antrenör kullanım oranı : görevli antrenörlerin üye kayıt ve kontrol, üyelerin vücut ölçümleri, antreman programlarının belirlenmesi süreçlerinde geçirdikleri sürenin toplam mesai süresine oranıdır. (Çıktı 3 – Ç3)

Karar verme birimlerinin (senaryoların) etkinlik ölçümünde kullanılan girdiler – çıktılar ve aldıkları değerler Çizelge 6.1.'dedir.

Çizelge 6.1. Girdi ve çıktı değerleri.

| SENAR-YOLAR | GİRDİLER | | ÇIKTILAR | | | SENAR-YOLAR | GİRDİLER | | ÇIKTILAR | | |
|-------------|----------|-------|----------|-------|--------|-------------|----------|-------|----------|-------|--------|
| | G1 | G2 | Ç1 | Ç2 | Ç3 | | G1 | G2 | Ç1 | Ç2 | Ç3 |
| S1 | 2 | 6972 | 97,3724 | 195,2 | 0,2337 | S51 | 3 | 28294 | 91,8098 | 195,7 | 0,1676 |
| S2 | 3 | 6972 | 96,5173 | 195,6 | 0,1842 | S52 | 2 | 28700 | 93,435 | 196,6 | 0,2311 |
| S3 | 3 | 6972 | 96,8615 | 196,4 | 0,165 | S53 | 3 | 28700 | 94,562 | 196,3 | 0,1829 |
| S4 | 2 | 8368 | 96,7761 | 196 | 0,2336 | S54 | 3 | 28700 | 91,1283 | 198,1 | 0,1673 |
| S5 | 3 | 8368 | 96,1481 | 198,3 | 0,1855 | S55 | 2 | 29690 | 86,4381 | 200,6 | 0,2364 |
| S6 | 3 | 8368 | 93,8604 | 199 | 0,1656 | S56 | 3 | 29690 | 85,5611 | 202 | 0,1891 |
| S7 | 2 | 13944 | 97,0075 | 194 | 0,2328 | S57 | 3 | 29690 | 86,7528 | 200,5 | 0,1676 |
| S8 | 3 | 13944 | 96,8375 | 194,3 | 0,1836 | S58 | 2 | 30680 | 93,0017 | 197,7 | 0,2347 |
| S9 | 3 | 13944 | 96,5152 | 195,6 | 0,1659 | S59 | 3 | 30680 | 91,8163 | 199,5 | 0,187 |
| S10 | 2 | 14350 | 95,6949 | 195,6 | 0,2319 | S60 | 3 | 30680 | 92,2283 | 197 | 0,1676 |
| S11 | 3 | 14350 | 96,3258 | 194,3 | 0,1847 | S61 | 2 | 31086 | 91,4812 | 198,1 | 0,2337 |
| S12 | 3 | 14350 | 95,4837 | 195,3 | 0,166 | S62 | 3 | 31086 | 89,129 | 200,6 | 0,1885 |
| S13 | 2 | 15340 | 93,1376 | 198,1 | 0,2356 | S63 | 3 | 31086 | 88,8031 | 199,6 | 0,1675 |
| S14 | 3 | 15340 | 94,01 | 200 | 0,1871 | S64 | 2 | 31966 | 96,9821 | 196,4 | 0,2337 |
| S15 | 3 | 15340 | 92,015 | 199,5 | 0,168 | S65 | 3 | 31966 | 96,9132 | 194,9 | 0,1848 |
| S16 | 2 | 16736 | 94,7677 | 197,4 | 0,2335 | S66 | 3 | 31966 | 95,0343 | 197,5 | 0,1667 |
| S17 | 3 | 16736 | 95,1774 | 198,1 | 0,1857 | S67 | 2 | 31966 | 94,7982 | 197,9 | 0,2366 |
| S18 | 3 | 16736 | 94,5589 | 198,4 | 0,1661 | S68 | 3 | 31966 | 94,3052 | 197,7 | 0,1866 |
| S19 | 2 | 18022 | 97,9068 | 195,1 | 0,2334 | S69 | 3 | 31966 | 93,8061 | 198,4 | 0,1666 |
| S20 | 3 | 18022 | 99,83 | 194,3 | 0,182 | S70 | 2 | 32372 | 94,5595 | 197,5 | 0,2347 |
| S21 | 3 | 18022 | 97,0152 | 196,6 | 0,1659 | S71 | 3 | 32372 | 94,7529 | 195,7 | 0,1851 |
| S22 | 2 | 18022 | 94,4595 | 198,6 | 0,2342 | S72 | 3 | 32372 | 93,5306 | 197,6 | 0,1657 |
| S23 | 3 | 18022 | 96,3504 | 197 | 0,183 | S73 | 2 | 32372 | 91,3697 | 199,1 | 0,2343 |
| S24 | 3 | 18022 | 95,336 | 198,1 | 0,167 | S74 | 3 | 32372 | 92,6103 | 196,7 | 0,1848 |
| S25 | 2 | 21322 | 91,6019 | 197,8 | 0,2334 | S75 | 3 | 32372 | 91,9532 | 198,2 | 0,1682 |
| S26 | 3 | 21322 | 90,794 | 198,9 | 0,187 | S76 | 2 | 33362 | 92,355 | 199,3 | 0,2369 |
| S27 | 3 | 21322 | 92,0717 | 196,5 | 0,1667 | S77 | 3 | 33362 | 90,8818 | 200,6 | 0,1885 |
| S28 | 2 | 22312 | 93,4758 | 196,1 | 0,2367 | S78 | 3 | 33362 | 91,9402 | 199,4 | 0,167 |
| S29 | 3 | 22312 | 91,6647 | 200,1 | 0,1877 | S79 | 2 | 33362 | 89,4467 | 202,1 | 0,236 |
| S30 | 3 | 22312 | 93,1104 | 198,3 | 0,167 | S80 | 3 | 33362 | 90,0919 | 200 | 0,1876 |
| S31 | 2 | 22718 | 91,0953 | 198,2 | 0,2346 | S81 | 3 | 33362 | 88,6339 | 201,6 | 0,168 |
| S32 | 3 | 22718 | 88,6105 | 201,4 | 0,1888 | S82 | 2 | 34758 | 94,7047 | 196,8 | 0,2335 |
| S33 | 3 | 22718 | 87,9782 | 200,7 | 0,1677 | S83 | 3 | 34758 | 93,2553 | 199,9 | 0,1868 |
| S34 | 2 | 23708 | 93,2669 | 198 | 0,2345 | S84 | 3 | 34758 | 92,5827 | 200,5 | 0,1672 |
| S35 | 3 | 23708 | 93,0765 | 199,8 | 0,185 | S85 | 2 | 34758 | 91,0081 | 200,5 | 0,2346 |
| S36 | 3 | 23708 | 92,4612 | 199,3 | 0,1677 | S86 | 3 | 34758 | 92,1716 | 200,3 | 0,1869 |
| S37 | 2 | 24994 | 97,1556 | 195,5 | 0,2347 | S87 | 3 | 34758 | 92,3735 | 200,4 | 0,1669 |
| S38 | 3 | 24994 | 97,18 | 196,2 | 0,1827 | S88 | 2 | 36044 | 98,279 | 196,4 | 0,2336 |
| S39 | 3 | 24994 | 94,6925 | 197,9 | 0,1663 | S89 | 3 | 36044 | 99,23 | 194,6 | 0,1836 |
| S40 | 2 | 24994 | 93,435 | 197,8 | 0,2362 | S90 | 3 | 36044 | 97,8833 | 195,8 | 0,1665 |
| S41 | 3 | 24994 | 94,7311 | 196,5 | 0,1871 | S91 | 2 | 36044 | 92,4866 | 199,5 | 0,2339 |
| S42 | 3 | 24994 | 93,988 | 199 | 0,1669 | S92 | 3 | 36044 | 96,1618 | 196,1 | 0,1858 |
| S43 | 2 | 26390 | 94,3966 | 197,6 | 0,2344 | S93 | 3 | 36044 | 94,7179 | 198,7 | 0,1683 |
| S44 | 3 | 26390 | 93,3373 | 199,7 | 0,1847 | S94 | 2 | 36044 | 95,0854 | 197 | 0,2342 |
| S45 | 3 | 26390 | 92,3703 | 200,1 | 0,1671 | S95 | 3 | 36044 | 96,5793 | 196 | 0,1834 |
| S46 | 2 | 26390 | 92,1448 | 200 | 0,2339 | S96 | 3 | 36044 | 95,2939 | 197,6 | 0,1671 |
| S47 | 3 | 26390 | 91,8349 | 200,7 | 0,1854 | S97 | 2 | 39344 | 91,0894 | 198,2 | 0,2357 |
| S48 | 3 | 26390 | 91,8017 | 199,9 | 0,167 | S98 | 3 | 39344 | 91,9842 | 197,7 | 0,1858 |
| S49 | 2 | 28294 | 92,2366 | 198,5 | 0,2361 | S99 | 3 | 39344 | 91,7386 | 197,3 | 0,1665 |
| S50 | 3 | 28294 | 92,2823 | 197,5 | 0,1838 | S100 | 2 | 39344 | 87,1571 | 200,6 | 0,237 |

Çizelge 6.1. (devam) Girdi ve çıktı değerleri.

| SENAR-YOLAR | GİRDİLER | | ÇIKTILAR | | | SENAR-YOLAR | GİRDİLER | | ÇIKTILAR | | |
|-------------|----------|-------|----------|-------|--------|-------------|----------|-------|----------|-------|--------|
| | G1 | G2 | Ç1 | Ç2 | Ç3 | | G1 | G2 | Ç1 | Ç2 | Ç3 |
| S101 | 3 | 39344 | 88,4644 | 199,4 | 0,1867 | S140 | 3 | 46316 | 90,7084 | 198,9 | 0,1871 |
| S102 | 3 | 39344 | 88,8696 | 200,4 | 0,1673 | S141 | 3 | 46316 | 92,4465 | 197,5 | 0,1661 |
| S103 | 2 | 40334 | 91,7614 | 199,9 | 0,2337 | S142 | 2 | 46316 | 87,4106 | 200,5 | 0,2369 |
| S104 | 3 | 40334 | 91,1054 | 200,2 | 0,1882 | S143 | 3 | 46316 | 88,7613 | 199 | 0,1863 |
| S105 | 3 | 40334 | 90,9637 | 199,9 | 0,1669 | S144 | 3 | 46316 | 89,5511 | 200,3 | 0,1675 |
| S106 | 2 | 40334 | 89,1122 | 201,5 | 0,2355 | S145 | 2 | 46722 | 95,416 | 194,9 | 0,2337 |
| S107 | 3 | 40334 | 90,2718 | 202,4 | 0,1861 | S146 | 3 | 46722 | 94,2123 | 197 | 0,1851 |
| S108 | 3 | 40334 | 90,2826 | 200,8 | 0,1679 | S147 | 3 | 46722 | 92,252 | 196,1 | 0,1654 |
| S109 | 2 | 40740 | 90,183 | 199,1 | 0,2354 | S148 | 2 | 46722 | 90,174 | 198,5 | 0,2386 |
| S110 | 3 | 40740 | 88,9295 | 201,4 | 0,188 | S149 | 3 | 46722 | 91,6806 | 197,7 | 0,1856 |
| S111 | 3 | 40740 | 88,1945 | 200,8 | 0,1679 | S150 | 3 | 46722 | 90,0274 | 198,5 | 0,1677 |
| S112 | 2 | 40740 | 84,96 | 202,2 | 0,2376 | S151 | 2 | 47712 | 85,0533 | 202,3 | 0,2391 |
| S113 | 3 | 40740 | 85,5091 | 201,7 | 0,1893 | S152 | 3 | 47712 | 83,6901 | 203,4 | 0,1878 |
| S114 | 3 | 40740 | 83,362 | 203,2 | 0,169 | S153 | 3 | 47712 | 85,0541 | 202 | 0,1686 |
| S115 | 2 | 41730 | 91,6144 | 199,8 | 0,2367 | S154 | 2 | 47712 | 80,4066 | 205,6 | 0,2398 |
| S116 | 3 | 41730 | 90,5692 | 200,8 | 0,1882 | S155 | 3 | 47712 | 80,5372 | 204,4 | 0,191 |
| S117 | 3 | 41730 | 91,9302 | 199,8 | 0,1685 | S156 | 3 | 47712 | 80,4894 | 204,6 | 0,1688 |
| S118 | 2 | 41730 | 88,6108 | 201,8 | 0,2376 | S157 | 2 | 48702 | 92,1194 | 198,5 | 0,2343 |
| S119 | 3 | 41730 | 88,771 | 202 | 0,1866 | S158 | 3 | 48702 | 90,3709 | 208,8 | 0,1866 |
| S120 | 3 | 41730 | 88,9854 | 202,2 | 0,1679 | S159 | 3 | 48702 | 90,6894 | 199,8 | 0,1676 |
| S121 | 2 | 43016 | 91,9561 | 199,4 | 0,2345 | S160 | 2 | 48702 | 88,3734 | 201,8 | 0,2353 |
| S122 | 3 | 43016 | 93,6925 | 196,3 | 0,1868 | S161 | 3 | 48702 | 89,9167 | 200,7 | 0,1876 |
| S123 | 3 | 43016 | 92,6139 | 198,8 | 0,1663 | S162 | 3 | 48702 | 89,2978 | 202,2 | 0,1679 |
| S124 | 2 | 43016 | 97,8472 | 194 | 0,2337 | S163 | 2 | 49108 | 85,4855 | 202,2 | 0,2358 |
| S125 | 3 | 43016 | 97,57 | 195,5 | 0,1835 | S164 | 3 | 49108 | 84,7438 | 202,9 | 0,1883 |
| S126 | 3 | 43016 | 95,6056 | 197,5 | 0,1657 | S165 | 3 | 49108 | 83,4911 | 202,6 | 0,1693 |
| S127 | 2 | 43016 | 94,6789 | 196,6 | 0,2366 | S166 | 2 | 49108 | 90,2515 | 199,4 | 0,2359 |
| S128 | 3 | 43016 | 95,1232 | 196,4 | 0,1838 | S167 | 3 | 49108 | 88,8616 | 200,4 | 0,1879 |
| S129 | 3 | 43016 | 93,9821 | 198 | 0,1673 | S168 | 3 | 49108 | 87,7222 | 200,5 | 0,1674 |
| S130 | 2 | 44412 | 89,9988 | 201,3 | 0,2367 | S169 | 2 | 49998 | 91,3515 | 200,1 | 0,2342 |
| S131 | 3 | 44412 | 90,2639 | 202,1 | 0,1862 | S170 | 3 | 49998 | 91,5464 | 199 | 0,1875 |
| S132 | 3 | 44412 | 90,4033 | 201,4 | 0,1674 | S171 | 3 | 49998 | 92,671 | 198,3 | 0,1666 |
| S133 | 2 | 44412 | 94,1073 | 199 | 0,2339 | S172 | 2 | 49998 | 99,05 | 193,1 | 0,2344 |
| S134 | 3 | 44412 | 92,8155 | 199,7 | 0,1832 | S173 | 3 | 49998 | 97,0589 | 195,3 | 0,1849 |
| S135 | 3 | 44412 | 93,1722 | 199,6 | 0,1674 | S174 | 3 | 49998 | 96,9202 | 196,7 | 0,1647 |
| S136 | 2 | 44412 | 92,4792 | 200 | 0,2345 | S175 | 2 | 49998 | 94,7094 | 197,3 | 0,2357 |
| S137 | 3 | 44412 | 92,3085 | 200,6 | 0,1862 | S176 | 3 | 49998 | 94,6089 | 197,1 | 0,1849 |
| S138 | 3 | 44412 | 91,5679 | 200,8 | 0,1676 | S177 | 3 | 49998 | 93,7025 | 196,9 | 0,167 |
| S139 | 2 | 46316 | 90,952 | 197,7 | 0,236 | | | | | | |

6.3. Veri Zarflama Analizi Modelinin Belirlenmesi ve Etkinlik Ölçümü

Veri zarflama analizi modelinin seçiminde, karar verme birimlerinin yapısı ve bu karar verme birimlerinin etkinliklerinin analizinde kullanılacak girdi ve çıktılar göz önünde tutulmalıdır. Eğer girdiler üzerinde kontrol az yada yok ise çıktı yönelimli bir model, çıktılar üzerinde kontrol az yada yok ise girdi yönelimli bir model kullanılmalıdır. Aynı zamanda karar verici birimlerde ölçek büyüklüğü artıyor iken getiri de sabit oranda artıyor ise ölçeğe göre sabit getiri modeli olan CCR modeli, ölçek büyüklüğü değiştikçe getiri de değişken oranlarda değişiyorsa ölçeğe göre değişken getiri modeli olan BCC modeli kullanılabilir (Özden, 2008).

Yapılan bu uygulamada, istenilen çıktıların elde edilebilmesi için en az girdinin kullanılması amaçlandığından, girdi yönelimli model kullanılmıştır. Ayrıca hem CCR modeli hemde BCC modeli ile senaryoların etkinlik skorları belirlenmiş ve herbir karar verme biriminin ölçek etkinlikleri hesaplanmıştır. Analizin yapılmasında bir VZA bilgisayar yazılımı olan DEAP programı kullanılmıştır. Senaryoların, DEAP programı detaylı etkinlik analizi sonuçları Çizelge 6.2.'de verilmiştir.

Çizelge 6.2. Etkinlik analizi sonuçları.

| Senaryo | crste | vrste | scale | | Senaryo | crste | vrste | scale | | Senaryo | crste | vrste | scale | |
|---------|-------|-------|-------|-----|---------|-------|-------|-------|-----|---------|-------|-------|-------|-----|
| S1 | 1000 | 1000 | 1000 | - | S42 | 0.669 | 0.716 | 0.934 | drs | S83 | 0.668 | 0.687 | 0.972 | drs |
| S2 | 0.998 | 1000 | 0.998 | irs | S43 | 0.997 | 1000 | 0.997 | irs | S84 | 0.669 | 0.707 | 0.947 | drs |
| S3 | 1000 | 1000 | 1000 | - | S44 | 0.670 | 0.745 | 0.900 | drs | S85 | 0.998 | 1000 | 0.998 | irs |
| S4 | 1000 | 1000 | 1000 | - | S45 | 0.672 | 0.769 | 0.873 | drs | S86 | 0.668 | 0.694 | 0.963 | drs |
| S5 | 0.844 | 1000 | 0.844 | drs | S46 | 0.999 | 1000 | 0.999 | irs | S87 | 0.669 | 0.700 | 0.955 | drs |
| S6 | 0.847 | 1000 | 0.847 | drs | S47 | 0.674 | 0.811 | 0.830 | drs | S88 | 1000 | 1000 | 1000 | - |
| S7 | 0.995 | 1000 | 0.995 | irs | S48 | 0.671 | 0.755 | 0.889 | drs | S89 | 0.674 | 0.834 | 0.808 | drs |
| S8 | 0.663 | 0.667 | 0.994 | irs | S49 | 0.998 | 1000 | 0.998 | irs | S90 | 0.666 | 0.667 | 1000 | - |
| S9 | 0.665 | 0.667 | 0.998 | irs | S50 | 0.662 | 0.667 | 0.993 | irs | S91 | 0.998 | 1000 | 0.998 | irs |
| S10 | 0.994 | 1000 | 0.994 | irs | S51 | 0.656 | 0.667 | 0.984 | irs | S92 | 0.663 | 0.667 | 0.995 | irs |
| S11 | 0.662 | 0.667 | 0.992 | irs | S52 | 0.989 | 1000 | 0.989 | irs | S93 | 0.667 | 0.675 | 0.989 | drs |
| S12 | 0.663 | 0.667 | 0.995 | irs | S53 | 0.661 | 0.667 | 0.992 | irs | S94 | 0.996 | 1000 | 0.996 | irs |
| S13 | 1000 | 1000 | 1000 | - | S54 | 0.664 | 0.667 | 0.996 | irs | S95 | 0.664 | 0.667 | 0.996 | irs |
| S14 | 0.678 | 0.986 | 0.688 | drs | S55 | 0.996 | 1000 | 0.996 | irs | S96 | 0.665 | 0.667 | 0.998 | irs |
| S15 | 0.677 | 0.896 | 0.755 | drs | S56 | 0.676 | 0.855 | 0.791 | drs | S97 | 0.993 | 1000 | 0.993 | irs |
| S16 | 0.997 | 1000 | 0.997 | irs | S57 | 0.671 | 0.755 | 0.890 | drs | S98 | 0.660 | 0.667 | 0.990 | irs |
| S17 | 0.671 | 0.772 | 0.869 | drs | S58 | 0.994 | 1000 | 0.994 | irs | S99 | 0.658 | 0.667 | 0.988 | irs |
| S18 | 0.672 | 0.789 | 0.852 | drs | S59 | 0.667 | 0.681 | 0.980 | drs | S100 | 0.995 | 1000 | 0.995 | irs |
| S19 | 1000 | 1000 | 1000 | - | S60 | 0.659 | 0.667 | 0.989 | irs | S101 | 0.663 | 0.667 | 0.994 | irs |
| S20 | 0.682 | 1000 | 0.682 | drs | S61 | 0.991 | 1000 | 0.991 | irs | S102 | 0.666 | 0.667 | 0.999 | irs |
| S21 | 0.668 | 0.761 | 0.878 | drs | S62 | 0.671 | 0.744 | 0.901 | drs | S103 | 0.997 | 1000 | 0.997 | irs |
| S22 | 1000 | 1000 | 1000 | - | S63 | 0.668 | 0.682 | 0.978 | drs | S104 | 0.665 | 0.667 | 0.998 | irs |
| S23 | 0.668 | 0.694 | 0.962 | drs | S64 | 0.998 | 1000 | 0.998 | irs | S105 | 0.664 | 0.667 | 0.996 | irs |
| S24 | 0.670 | 0.755 | 0.888 | drs | S65 | 0.662 | 0.667 | 0.994 | irs | S106 | 0.997 | 1000 | 0.997 | irs |
| S25 | 0.992 | 1000 | 0.992 | irs | S66 | 0.665 | 0.667 | 0.997 | irs | S107 | 0.672 | 0.757 | 0.889 | drs |
| S26 | 0.671 | 0.749 | 0.895 | drs | S67 | 1000 | 1000 | 1000 | - | S108 | 0.667 | 0.672 | 0.992 | drs |
| S27 | 0.662 | 0.667 | 0.994 | irs | S68 | 0.664 | 0.667 | 0.996 | irs | S109 | 0.993 | 1000 | 0.993 | irs |
| S28 | 1000 | 1000 | 1000 | - | S69 | 0.665 | 0.667 | 0.997 | irs | S110 | 0.669 | 0.697 | 0.959 | drs |
| S29 | 0.674 | 0.827 | 0.815 | drs | S70 | 0.997 | 1000 | 0.997 | irs | S111 | 0.667 | 0.667 | 1000 | - |
| S30 | 0.668 | 0.690 | 0.967 | drs | S71 | 0.660 | 0.667 | 0.990 | irs | S112 | 0.996 | 1000 | 0.996 | irs |
| S31 | 0.994 | 1000 | 0.994 | irs | S72 | 0.662 | 0.667 | 0.994 | irs | S113 | 0.670 | 0.714 | 0.938 | drs |
| S32 | 0.678 | 0.921 | 0.736 | drs | S73 | 0.994 | 1000 | 0.994 | irs | S114 | 0.675 | 0.795 | 0.848 | drs |
| S33 | 0.676 | 0.866 | 0.780 | drs | S74 | 0.659 | 0.667 | 0.988 | irs | S115 | 0.999 | 1000 | 0.999 | irs |
| S34 | 0.996 | 1000 | 0.996 | irs | S75 | 0.662 | 0.667 | 0.994 | irs | S116 | 0.666 | 0.667 | 1000 | - |
| S35 | 0.672 | 0.785 | 0.856 | drs | S76 | 1000 | 1000 | 1000 | - | S117 | 0.665 | 0.667 | 0.998 | irs |
| S36 | 0.670 | 0.747 | 0.897 | drs | S77 | 0.670 | 0.721 | 0.929 | drs | S118 | 1000 | 1000 | 1000 | - |
| S37 | 1000 | 1000 | 1000 | - | S78 | 0.666 | 0.667 | 0.999 | irs | S119 | 0.670 | 0.721 | 0.929 | drs |
| S38 | 0.667 | 0.670 | 0.996 | drs | S79 | 1000 | 1000 | 1000 | - | S120 | 0.671 | 0.732 | 0.917 | drs |
| S39 | 0.666 | 0.667 | 0.999 | irs | S80 | 0.668 | 0.685 | 0.975 | drs | S121 | 0.996 | 1000 | 0.996 | irs |
| S40 | 0.999 | 1000 | 0.999 | irs | S81 | 0.673 | 0.781 | 0.861 | drs | S122 | 0.659 | 0.667 | 0.989 | irs |
| S41 | 0.662 | 0.667 | 0.994 | irs | S82 | 0.994 | 1000 | 0.994 | irs | S123 | 0.664 | 0.667 | 0.996 | irs |

Çizelge 6.2. (devam) Etkinlik analizi sonuçları.

| | | | | |
|------|-------|-------|-------|-----|
| S124 | 0.997 | 1000 | 0.997 | irs |
| S125 | 0.664 | 0.667 | 0.996 | irs |
| S126 | 0.665 | 0.667 | 0.998 | irs |
| S127 | 1000 | 1000 | 1000 | - |
| S128 | 0.662 | 0.667 | 0.993 | irs |
| S129 | 0.664 | 0.667 | 0.996 | irs |
| S130 | 1000 | 1000 | 1000 | - |
| S131 | 0.669 | 0.709 | 0.945 | drs |
| S132 | 0.667 | 0.674 | 0.990 | drs |
| S133 | 1000 | 1000 | 1000 | - |
| S134 | 0.666 | 0.667 | 0.999 | - |
| S135 | 0.667 | 0.667 | 1000 | - |
| S136 | 0.999 | 1000 | 0.999 | irs |
| S137 | 0.668 | 0.686 | 0.974 | drs |
| S138 | 0.667 | 0.673 | 0.991 | drs |
| S139 | 0.993 | 1000 | 0.993 | irs |
| S140 | 0.661 | 0.667 | 0.991 | irs |
| S141 | 0.660 | 0.667 | 0.990 | irs |
| S142 | 0.995 | 1000 | 0.995 | irs |
| S143 | 0.658 | 0.667 | 0.987 | irs |
| S144 | 0.663 | 0.667 | 0.994 | irs |
| S145 | 0.991 | 1000 | 0.991 | irs |
| S146 | 0.662 | 0.667 | 0.992 | irs |
| S147 | 0.656 | 0.667 | 0.984 | irs |
| S148 | 1000 | 1000 | 1000 | - |
| S149 | 0.659 | 0.667 | 0.989 | irs |
| S150 | 0.658 | 0.667 | 0.988 | irs |
| S151 | 1000 | 1000 | 1000 | - |
| S152 | 0.672 | 0.741 | 0.906 | drs |
| S153 | 0.667 | 0.671 | 0.994 | drs |
| S154 | 1000 | 1000 | 1000 | - |
| S155 | 0.675 | 0.791 | 0.853 | drs |
| S156 | 0.676 | 0.801 | 0.843 | drs |
| S157 | 0.994 | 1000 | 0.994 | irs |
| S158 | 0.689 | 1000 | 0.689 | drs |
| S159 | 0.663 | 0.667 | 0.994 | irs |
| S160 | 0.997 | 1000 | 0.997 | irs |
| S161 | 0.664 | 0.667 | 0.996 | irs |
| S162 | 0.668 | 0.680 | 0.981 | drs |
| S163 | 0.994 | 1000 | 0.994 | irs |
| S164 | 0.669 | 0.705 | 0.950 | drs |
| S165 | 0.668 | 0.690 | 0.969 | drs |
| S166 | 0.995 | 1000 | 0.995 | irs |
| S167 | 0.662 | 0.667 | 0.992 | irs |
| S168 | 0.662 | 0.667 | 0.992 | irs |
| S169 | 0.997 | 1000 | 0.997 | irs |
| S170 | 0.662 | 0.667 | 0.993 | irs |
| S171 | 0.662 | 0.667 | 0.993 | irs |
| S172 | 1000 | 1000 | 1000 | - |
| S173 | 0.662 | 0.667 | 0.993 | irs |
| S174 | 0.665 | 0.667 | 0.998 | irs |
| S175 | 0.997 | 1000 | 0.997 | irs |
| S176 | 0.662 | 0.667 | 0.994 | irs |
| S177 | 0.660 | 0.667 | 0.991 | irs |

Çizelgede kullanılan kısaltmaların açıklamaları :

Crs – te : Ölçeğe göre sabit getiri – Teknik etkinlik

Vrs – te : Ölçeğe göre değişken getiri – Teknik etkinlik

drs : ölçeğe göre azalan getiri

irs : ölçeğe göre artan getiri

Yapılan analiz sonucu, CCR modeli sonuçlarına göre S1, S3, S4, S13, S19, S22, S28, S37, S67, S76, S79, S88, S118, S127, S130, S133, S148, S151, S154 ve S172 senaryoları etkin olarak bulunmuş, BCC modeli sonuçlarına göre S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S10, S13, S16, S19, S20, S22, S25, S28, S31, S34, S37, S40, S43, S46, S49, S52, S55, S58, S61, S64, S67, S70, S73, S76, S79, S82, S85, S88, S91, S94, S97, S100, S103, S106, S109, S112, S115, S118, S121, S124, S127, S130, S133, S136, S139, S142, S145, S148, S151, S154, S157, S158, S160, S163, S166, S169, S172 ve S175 senaryoları etkin bulunmuştur. Her iki model içinde etkin olan senaryolar, S1, S3, S4, S13, S19, S22, S28, S37, S67, S76, S79, S88, S118, S127, S130, S133, S148, S151, S154 ve S172 senaryolarıdır. CCR modelinde etkin olmayan senaryolar için referans grupları Çizelge 6.3.'te verilmiştir.

CCR modelinde etkin olmayan senaryoların referans grupları Çizelge 6.3.'te verilmiştir.

Çizelge 6.3. CCR modelinde etkin olmayan KVB için referans grupları.

| Etkin olmayan KVB | Referanslar | | | | Etkin olmayan KVB | Referanslar | | | | Etkin olmayan KVB | Referanslar | | | |
|-------------------|-------------|------|------|-----|-------------------|-------------|------|------|------|-------------------|-------------|------|------|------|
| S2 | S1 | S3 | | | S62 | S154 | S13 | | | S120 | S22 | S154 | S13 | |
| S5 | S1 | S3 | | | S63 | S13 | S154 | | | S121 | S88 | S67 | S79 | |
| S6 | S1 | S3 | | | S64 | S4 | S67 | S22 | S88 | S122 | S22 | S88 | S79 | |
| S7 | S1 | S172 | S37 | | S65 | S1 | S88 | S4 | | S123 | S22 | S88 | S79 | |
| S8 | S1 | S88 | S4 | | S66 | S4 | S88 | S22 | | S124 | S37 | S67 | S88 | S172 |
| S9 | S88 | S22 | S4 | | S68 | S22 | S88 | S79 | | S125 | S1 | S4 | S88 | |
| S10 | S4 | S88 | S22 | | S69 | S22 | S88 | S79 | | S126 | S22 | S88 | S79 | |
| S11 | S1 | S88 | S4 | | S70 | S22 | S67 | S79 | S88 | S128 | S22 | S88 | S79 | |
| S12 | S4 | S13 | | | S71 | S4 | S88 | S22 | | S129 | S22 | S88 | S79 | |
| S14 | S4 | S13 | | | S72 | S22 | S88 | S79 | | S131 | S22 | S79 | S154 | |
| S15 | S4 | S13 | | | S73 | S88 | S67 | S22 | S79 | S132 | S22 | S154 | S79 | |
| S16 | S4 | S67 | S22 | S88 | S74 | S22 | S88 | S79 | | S134 | S22 | S88 | S79 | |
| S17 | S4 | S13 | | | S75 | S22 | S154 | S13 | | S135 | S22 | S88 | S79 | |
| S18 | S4 | S13 | | | S77 | S22 | S154 | S13 | | S136 | S79 | S88 | | |
| S20 | S19 | S1 | | | S78 | S22 | S154 | S13 | | S137 | S22 | S88 | S79 | |
| S21 | S4 | S88 | S22 | | S80 | S154 | S13 | | | S138 | S22 | S88 | S79 | |
| S23 | S4 | S88 | S22 | | S81 | S154 | S13 | | | S139 | S67 | S148 | S154 | |
| S24 | S4 | S13 | | | S82 | S88 | S79 | S67 | | S140 | S22 | S88 | S79 | |
| S25 | S22 | S13 | S154 | S79 | S83 | S22 | S88 | S79 | | S141 | S22 | S88 | S79 | |
| S26 | S4 | S13 | | | S84 | S22 | S79 | S154 | | S142 | S67 | S148 | S154 | |
| S27 | S4 | S13 | | | S85 | S79 | S88 | | | S143 | S22 | S79 | S154 | |
| S29 | S4 | S13 | | | S86 | S22 | S154 | S13 | | S144 | S22 | S154 | S79 | |
| S30 | S4 | S13 | | | S87 | S22 | S79 | S154 | | S145 | S67 | S88 | S172 | |
| S31 | S79 | S13 | S154 | S67 | S89 | S19 | S172 | | | S146 | S22 | S88 | S79 | |
| S32 | S4 | S13 | | | S90 | S1 | S19 | S88 | | S147 | S22 | S88 | S79 | |
| S33 | S4 | S13 | | | S91 | S79 | S88 | | | S149 | S22 | S88 | S79 | |
| S34 | S22 | S67 | S13 | S79 | S92 | S4 | S88 | S22 | | S150 | S22 | S88 | S79 | |
| S35 | S13 | S154 | | | S93 | S22 | S88 | S79 | | S152 | S154 | S13 | | |
| S36 | S13 | S154 | | | S94 | S88 | S67 | S79 | | S153 | S154 | S13 | | |
| S38 | S4 | S88 | S22 | | S95 | S4 | S88 | S22 | | S155 | S154 | S13 | | |
| S39 | S4 | S88 | S22 | | S96 | S22 | S88 | S79 | | S156 | S154 | S13 | | |
| S40 | S13 | S154 | S28 | S67 | S97 | S67 | S154 | S148 | | S157 | S79 | S88 | S67 | |
| S41 | S4 | S88 | S22 | | S98 | S22 | S88 | S79 | | S158 | S13 | S22 | S154 | |
| S42 | S22 | S154 | S13 | | S99 | S22 | S88 | S79 | | S159 | S22 | S88 | S79 | |
| S43 | S22 | S67 | S79 | S88 | S100 | S28 | S67 | S154 | S148 | S160 | S79 | S154 | | |
| S44 | S22 | S154 | S13 | | S101 | S22 | S154 | S13 | | S161 | S22 | S88 | S79 | |
| S45 | S13 | S154 | | | S102 | S22 | S154 | S13 | | S162 | S22 | S79 | S154 | |
| S46 | S22 | S88 | S79 | | S103 | S79 | S88 | | | S163 | S79 | S154 | | |
| S47 | S154 | S13 | | | S104 | S22 | S79 | S154 | | S164 | S154 | S13 | | |
| S48 | S154 | S13 | | | S105 | S22 | S79 | S154 | | S165 | S154 | S13 | | |
| S49 | S79 | S13 | S154 | S67 | S106 | S67 | S118 | S79 | | S166 | S118 | S67 | S79 | |
| S50 | S22 | S154 | S13 | | S107 | S13 | S22 | S154 | | S167 | S22 | S79 | S154 | |
| S51 | S22 | S154 | S13 | | S108 | S13 | S22 | S154 | | S168 | S22 | S79 | S154 | |
| S52 | S22 | S88 | S79 | | S109 | S79 | S118 | S67 | | S169 | S88 | S79 | | |
| S53 | S4 | S88 | S22 | | S110 | S22 | S154 | S13 | | S170 | S22 | S88 | S79 | |
| S54 | S154 | S13 | | | S111 | S154 | S13 | | | S171 | S22 | S88 | S79 | |
| S55 | S154 | S13 | | | S112 | S13 | S67 | S154 | S79 | S173 | S4 | S88 | S22 | |
| S56 | S154 | S13 | | | S113 | S154 | S13 | | | S174 | S22 | S88 | S79 | |
| S57 | S154 | S13 | | | S114 | S154 | S13 | | | S175 | S67 | S79 | S88 | |
| S58 | S22 | S67 | S79 | S88 | S115 | S79 | S67 | S118 | | S176 | S22 | S88 | S79 | |
| S59 | S22 | S154 | S13 | | S116 | S22 | S79 | S154 | | S177 | S22 | S88 | S79 | |
| S60 | S22 | S154 | S13 | | S117 | S22 | S88 | S79 | | | | | | |
| S61 | S88 | S22 | S67 | S79 | S119 | S22 | S154 | S13 | | | | | | |

CCR modelinde etkin olan senaryoların referans gösterilme sıklıkları Çizelge 6.4.'te verilmiştir.

Çizelge 6.4. CCR modelinde etkin KVB referans sıklıkları.

| Etkin KVB | Referans Sıklığı |
|-----------|------------------|
| 1 | 10 |
| 3 | 3 |
| 4 | 31 |
| 13 | 59 |
| 19 | 3 |
| 22 | 86 |
| 28 | 2 |
| 37 | 2 |
| 67 | 31 |
| 76 | 0 |
| 79 | 75 |
| 88 | 72 |
| 118 | 5 |
| 127 | 0 |
| 130 | 0 |
| 133 | 0 |
| 148 | 6 |
| 151 | 0 |
| 154 | 65 |
| 172 | 4 |

Etkin olan KVB leri arasında S22, 86 kere referans alınmış olmakla en çok referans gösterilen senaryo olmuştur. S76, S127, S130, S133 S151 yapılan analiz sonucunda etkin bulunmuş ancak hiç referans gösterilmemişlerdir.

BCC modeli kullanılarak yapılan analizde etkin olmayan senaryolar için referans grupları Çizelge 6.5.'te verilmiştir.

Çizelge 6.5. BCC modelinde etkin olmayan KVB için referans grupları.

| Etkin olmayan KVB | Referanslar |
|-------------------|----------------|
| S8 | S1 |
| S9 | S1 S4 |
| S11 | S1 |
| S12 | S1 S4 |
| S14 | S158 S5 S6 S13 |
| S15 | S158 S13 S6 |
| S17 | S4 S158 S6 S22 |
| S18 | S4 S158 S6 S22 |
| S21 | S1 S88 S5 S158 |
| S23 | S1 S88 S158 S4 |
| S24 | S4 S22 S158 S6 |
| S26 | S158 S6 S13 |
| S27 | S4 S13 |
| S29 | S158 S13 S6 |
| S30 | S13 S158 S6 |

| Etkin olmayan KVB | Referanslar |
|-------------------|-----------------|
| S32 | S158 S5 S6 S13 |
| S33 | S13 S158 S6 |
| S35 | S22 S158 S6 S13 |
| S36 | S6 S13 S158 |
| S38 | S1 S88 S158 S4 |
| S39 | S4 S22 S13 |
| S41 | S4 S13 |
| S42 | S6 S22 S158 S13 |
| S44 | S22 S13 S158 S6 |
| S45 | S13 S158 S6 |
| S47 | S158 S13 S6 |
| S48 | S6 S13 S158 |
| S50 | S4 S13 |
| S51 | S1 S4 |
| S53 | S4 S13 |

| Etkin olmayan KVB | Referanslar |
|-------------------|-------------------|
| S54 | S13 |
| S56 | S158 S6 S13 |
| S57 | S13 S158 S6 |
| S59 | S22 S154 S158 S13 |
| S60 | S4 S13 |
| S62 | S13 S154 S158 |
| S63 | S154 S158 S13 |
| S65 | S1 |
| S66 | S4 S22 S13 |
| S68 | S4 S22 S13 |
| S69 | S22 S154 S13 |
| S71 | S1 S4 |
| S72 | S4 S13 |
| S74 | S4 S13 |
| S75 | S154 S13 |

Çizelge 6.5. (devam) BCC modelinde etkin olmayan KVB için referans grupları.

| Etkin olmayan KVB | Referanslar | | | |
|-------------------|-------------|------|------|------|
| S77 | S154 | S158 | S13 | |
| S78 | S22 | S154 | S13 | |
| S80 | S154 | S158 | S13 | |
| S81 | S13 | S158 | S6 | |
| S83 | S22 | S88 | S158 | S79 |
| S84 | S22 | S154 | S158 | S13 |
| S86 | S22 | S154 | S158 | S13 |
| S87 | S22 | S154 | S158 | S13 |
| S89 | S19 | S88 | S172 | S20 |
| S90 | S1 | S88 | S19 | |
| S92 | S4 | S13 | | |
| S93 | S22 | S88 | S158 | S79 |
| S95 | S4 | | | |
| S96 | S4 | S22 | S13 | |
| S98 | S4 | S13 | | |
| S99 | S4 | S13 | | |
| S101 | S154 | S13 | | |
| S102 | S154 | S13 | | |
| S104 | S13 | S22 | S154 | |
| S105 | S13 | S22 | S154 | |
| S107 | S22 | S158 | S13 | S154 |
| S108 | S13 | S22 | S158 | S154 |

| Etkin olmayan KVB | Referanslar | | | |
|-------------------|-------------|------|------|------|
| S110 | S154 | S158 | S13 | |
| S111 | S154 | S13 | | |
| S113 | S154 | S13 | S158 | |
| S114 | S158 | S13 | S154 | |
| S116 | S22 | S79 | S154 | |
| S117 | S22 | S154 | S13 | |
| S119 | S154 | S13 | S158 | |
| S120 | S158 | S13 | S154 | |
| S122 | S4 | S13 | | |
| S123 | S22 | S154 | S13 | |
| S125 | S1 | S88 | S4 | |
| S126 | S4 | S88 | S22 | |
| S128 | S4 | S13 | | |
| S129 | S4 | S22 | S13 | |
| S131 | S79 | S22 | S154 | S158 |
| S132 | S79 | S154 | S158 | S22 |
| S134 | S154 | S22 | S79 | |
| S135 | S22 | S88 | S79 | |
| S137 | S88 | S22 | S79 | S158 |
| S138 | S88 | S22 | S79 | S158 |
| S140 | S13 | S154 | | |
| S141 | S4 | S13 | | |

| Etkin olmayan KVB | Referanslar | | | |
|-------------------|-------------|------|------|------|
| S143 | S154 | S13 | | |
| S144 | S22 | S154 | S13 | |
| S146 | S4 | S13 | | |
| S147 | S4 | S13 | | |
| S149 | S4 | S13 | | |
| S150 | S154 | S13 | | |
| S152 | S158 | S13 | S154 | |
| S153 | S154 | S13 | S158 | |
| S155 | S158 | S13 | S154 | |
| S156 | S158 | S13 | S154 | |
| S159 | S22 | S154 | S13 | |
| S161 | S13 | S22 | S154 | |
| S162 | S22 | S158 | S79 | S154 |
| S164 | S158 | S154 | S13 | |
| S165 | S158 | S154 | S13 | |
| S167 | S154 | S13 | | |
| S168 | S13 | S154 | | |
| S170 | S154 | S13 | | |
| S171 | S154 | S13 | | |
| S173 | S1 | S4 | | |
| S174 | S4 | S88 | S22 | |
| S176 | S4 | S13 | | |
| S177 | S4 | S13 | | |

BCC modelinde etkin olan senaryoların referans gösterilme sıklıkları Çizelge 6.6.'da verilmiştir.

Çizelge 6.6. BCC modelinde etkin KVB referans sıklıkları.

| Etkin KVB | Referans Sıklığı |
|-----------|------------------|
| S1 | 20 |
| S2 | 0 |
| S3 | 1 |
| S4 | 48 |
| S5 | 3 |
| S6 | 20 |
| S7 | 0 |
| S10 | 0 |
| S13 | 113 |
| S16 | 0 |
| S19 | 3 |
| S20 | 1 |
| S22 | 53 |
| S25 | 0 |
| S28 | 7 |
| S31 | 0 |

| Etkin KVB | Referans Sıklığı |
|-----------|------------------|
| S34 | 0 |
| S37 | 0 |
| S40 | 0 |
| S43 | 0 |
| S46 | 0 |
| S49 | 0 |
| S52 | 0 |
| S55 | 0 |
| S58 | 0 |
| S61 | 0 |
| S64 | 0 |
| S67 | 9 |
| S70 | 0 |
| S73 | 0 |
| S76 | 0 |
| S79 | 19 |

| Etkin KVB | Referans Sıklığı |
|-----------|------------------|
| S82 | 0 |
| S85 | 0 |
| S88 | 16 |
| S91 | 0 |
| S94 | 0 |
| S97 | 0 |
| S100 | 0 |
| S103 | 0 |
| S106 | 0 |
| S109 | 0 |
| S112 | 0 |
| S115 | 0 |
| S118 | 1 |
| S121 | 0 |
| S124 | 0 |
| S127 | 0 |

| Etkin KVB | Referans Sıklığı |
|-----------|------------------|
| S130 | 0 |
| S133 | 0 |
| S136 | 0 |
| S139 | 0 |
| S142 | 0 |
| S145 | 0 |
| S148 | 1 |
| S151 | 0 |
| S154 | 72 |
| S157 | 0 |
| S158 | 51 |
| S160 | 0 |
| S163 | 0 |
| S166 | 0 |
| S169 | 0 |
| S172 | 2 |
| S175 | 0 |

BCC modelinde etkin KVB arasında S13, 113 kez referans alınmış ve en çok referans gösterilen senaryo olmuştur. Toplamda 47 senaryo etkin olmasına rağmen hiç referans gösterilmemiştir.

Analizlerin sonucunda karar verme birimlerinin (senaryoların) görelî etkinlik değerleri, kullanılan VZA modellerine göre farklılık gösterebilmektedir. Sonuçlara bakıldığında etkinlik sınırının yapısı iki modelde de farklılık gösterdiğinden dolayı bir modelde etkin olmayan bir senaryo diğer modelde etkin olabilmektedir. CCR modelinde toplam 20 senaryo etkin bulunurken, BCC modelinde toplamda 65 senaryo etkin bulunmuştur. Her iki modeldede etkin bulunan senaryo sayısı 20 dir.

6.4. Etkin Olmayan Senaryolar İçin Hedef Değerlerin Belirlenmesi

Bu bölümde analizlerde etkin bulunmayan KVB (senaryolar) nin etkin olabilmeleri için yapılması gereken iyileştirme miktarları belirlenmiştir.

CCR modelinde etkin olmayan senaryoların girdi değerleri için belirlenen hedef değerleri Çizelge 6.7.'de verilmiştir.

Çizelge 6.7. CCR modelinde etkin olmayan KVB için girdi hedef değerleri.

| Senaryo No | Skor | Gerçekleşen | | Hedeflenen | |
|------------|-------|-------------|-------|------------|-----------|
| | | G1 | G2 | G1 | G2 |
| S2 | 0,998 | 3 | 6972 | 2,708 | 6955,745 |
| S5 | 0,844 | 3 | 8368 | 2,531 | 7061,04 |
| S6 | 0,847 | 3 | 8368 | 2,54 | 7085,966 |
| S7 | 0,995 | 2 | 13944 | 1,99 | 13876,152 |
| S8 | 0,663 | 3 | 13944 | 1,989 | 9244,731 |
| S9 | 0,665 | 3 | 13944 | 1,995 | 9273,313 |
| S10 | 0,994 | 2 | 14350 | 1,988 | 14262,716 |
| S11 | 0,662 | 3 | 14350 | 1,985 | 9494,84 |
| S12 | 0,663 | 3 | 14350 | 1,989 | 9514,973 |
| S14 | 0,678 | 3 | 15340 | 2,035 | 10405,652 |
| S15 | 0,677 | 3 | 15340 | 2,03 | 10379,638 |
| S16 | 0,997 | 2 | 16736 | 1,994 | 16688,378 |
| S17 | 0,671 | 3 | 16736 | 2,013 | 11228,744 |
| S18 | 0,672 | 3 | 16736 | 2,016 | 11245,748 |
| S20 | 0,682 | 3 | 18022 | 2,045 | 12287,133 |
| S21 | 0,668 | 3 | 18022 | 2,004 | 12039,674 |
| S23 | 0,668 | 3 | 18022 | 2,003 | 12032,132 |
| S24 | 0,67 | 3 | 18022 | 2,01 | 12075,722 |
| S25 | 0,992 | 2 | 21322 | 1,984 | 21150,275 |
| S26 | 0,671 | 3 | 21322 | 2,012 | 14296,533 |
| S27 | 0,662 | 3 | 21322 | 1,987 | 14124,025 |
| S29 | 0,674 | 3 | 22312 | 2,022 | 15035,478 |
| S30 | 0,668 | 3 | 22312 | 2,003 | 14900,226 |
| S31 | 0,994 | 2 | 22718 | 1,988 | 22578,571 |
| S32 | 0,678 | 3 | 22718 | 2,034 | 15402,187 |
| S33 | 0,676 | 3 | 22718 | 2,027 | 15348,654 |
| S34 | 0,996 | 2 | 23708 | 1,992 | 23615,767 |
| S35 | 0,672 | 3 | 23708 | 2,016 | 15932,297 |
| S36 | 0,67 | 3 | 23708 | 2,011 | 15892,426 |
| S38 | 0,667 | 3 | 24994 | 2 | 16665,034 |
| S39 | 0,666 | 3 | 24994 | 1,997 | 16638,022 |
| S40 | 0,999 | 2 | 24994 | 1,999 | 24976,258 |
| S41 | 0,662 | 3 | 24994 | 1,987 | 16556,793 |
| S42 | 0,669 | 3 | 24994 | 2,007 | 16717,096 |
| S43 | 0,997 | 2 | 26390 | 1,993 | 26299,61 |
| S44 | 0,670 | 3 | 26390 | 2,011 | 17691,4 |
| S45 | 0,672 | 3 | 26390 | 2,015 | 17724,245 |
| S46 | 0,999 | 2 | 26390 | 1,998 | 26366,025 |
| S47 | 0,674 | 3 | 26390 | 2,021 | 17777,391 |
| S48 | 0,671 | 3 | 26390 | 2,013 | 17706,53 |
| S49 | 0,998 | 2 | 28294 | 1,995 | 28229,981 |
| S50 | 0,662 | 3 | 28294 | 1,986 | 18733,977 |
| S51 | 0,656 | 3 | 28294 | 1,968 | 18564,98 |
| S52 | 0,989 | 2 | 28700 | 1,978 | 28387,403 |
| S53 | 0,661 | 3 | 28700 | 1,984 | 18977,83 |
| S54 | 0,664 | 3 | 28700 | 1,991 | 19048,826 |
| S55 | 0,996 | 2 | 29690 | 1,992 | 29568,449 |
| S56 | 0,676 | 3 | 29690 | 2,029 | 20078,432 |
| S57 | 0,671 | 3 | 29690 | 2,014 | 19929,334 |
| S58 | 0,994 | 2 | 30680 | 1,988 | 30491,506 |
| S59 | 0,667 | 3 | 30680 | 2,002 | 20478,462 |
| S60 | 0,659 | 3 | 30680 | 1,978 | 20229,842 |
| S61 | 0,991 | 2 | 31086 | 1,982 | 30799,223 |
| S62 | 0,671 | 3 | 31086 | 2,013 | 20854,222 |
| S63 | 0,668 | 3 | 31086 | 2,003 | 20750,263 |
| S64 | 0,998 | 2 | 31966 | 1,996 | 31894,358 |
| S65 | 0,662 | 3 | 31966 | 1,987 | 21176,758 |
| S66 | 0,665 | 3 | 31966 | 1,994 | 21249,581 |
| S68 | 0,664 | 3 | 31966 | 1,992 | 21224,462 |
| S69 | 0,665 | 3 | 31966 | 1,995 | 21255,234 |
| S70 | 0,997 | 2 | 32372 | 1,993 | 32258,756 |
| S71 | 0,660 | 3 | 32372 | 1,98 | 21361,027 |
| S72 | 0,662 | 3 | 32372 | 1,987 | 21443,594 |
| S73 | 0,994 | 2 | 32372 | 1,988 | 32174,76 |
| S74 | 0,659 | 3 | 32372 | 1,976 | 21319,258 |
| S75 | 0,662 | 3 | 32372 | 1,987 | 21445,918 |
| S77 | 0,670 | 3 | 33362 | 2,009 | 22341,971 |
| S78 | 0,666 | 3 | 33362 | 1,998 | 22217,226 |

Çizelge 6.7. (devam) CCR modelinde etkin olmayan KVB için girdi hedef değerleri.

| Senaryo No | Skor | Gerçekleşen | | Hedeflenen | |
|------------|-------|-------------|-------|------------|-----------|
| | | G1 | G2 | G1 | G2 |
| S80 | 0,668 | 3 | 33362 | 2,003 | 22274,867 |
| S81 | 0,673 | 3 | 33362 | 2,019 | 22453,066 |
| S82 | 0,994 | 2 | 34758 | 1,987 | 34013,868 |
| S83 | 0,668 | 3 | 34758 | 2,003 | 23210,861 |
| S84 | 0,669 | 3 | 34758 | 2,007 | 23252,97 |
| S85 | 0,998 | 2 | 34758 | 1,995 | 33821,996 |
| S86 | 0,668 | 3 | 34758 | 2,005 | 23227,907 |
| S87 | 0,669 | 3 | 34758 | 2,006 | 23240,413 |
| S89 | 0,674 | 3 | 36044 | 2,023 | 24300,78 |
| S90 | 0,666 | 3 | 36044 | 1,999 | 24021,087 |
| S91 | 0,998 | 2 | 36044 | 1,995 | 34269,86 |
| S92 | 0,663 | 3 | 36044 | 1,99 | 23909,95 |
| S93 | 0,667 | 3 | 36044 | 2,001 | 24045,371 |
| S94 | 0,996 | 2 | 36044 | 1,991 | 33757,526 |
| S95 | 0,664 | 3 | 36044 | 1,992 | 23932,337 |
| S96 | 0,665 | 3 | 36044 | 1,996 | 23978,345 |
| S97 | 0,993 | 2 | 39344 | 1,987 | 35182,01 |
| S98 | 0,66 | 3 | 39344 | 1,98 | 25963,327 |
| S99 | 0,658 | 3 | 39344 | 1,975 | 25906,897 |
| S100 | 0,995 | 2 | 39344 | 1,99 | 39146,206 |
| S101 | 0,663 | 3 | 39344 | 1,988 | 26070,442 |
| S102 | 0,666 | 3 | 39344 | 1,998 | 26200,936 |
| S103 | 0,997 | 2 | 40334 | 1,995 | 34048,024 |
| S104 | 0,665 | 3 | 40334 | 1,996 | 26830,824 |
| S105 | 0,664 | 3 | 40334 | 1,993 | 26790,583 |
| S106 | 0,997 | 2 | 40334 | 1,994 | 34119,913 |
| S107 | 0,672 | 3 | 40334 | 2,017 | 27113,28 |
| S108 | 0,667 | 3 | 40334 | 2,001 | 26903,791 |
| S109 | 0,993 | 2 | 40740 | 1,986 | 37121,876 |
| S110 | 0,669 | 3 | 40740 | 2,006 | 27237,24 |
| S111 | 0,667 | 3 | 40740 | 2 | 27154,797 |
| S112 | 0,996 | 2 | 40740 | 1,992 | 40581,282 |
| S113 | 0,67 | 3 | 40740 | 2,009 | 27276,506 |
| S114 | 0,675 | 3 | 40740 | 2,024 | 27479,356 |
| S115 | 0,999 | 2 | 41730 | 1,998 | 35873,791 |
| S116 | 0,666 | 3 | 41730 | 1,999 | 27810,355 |
| S117 | 0,665 | 3 | 41730 | 1,995 | 27756,02 |
| S119 | 0,67 | 3 | 41730 | 2,01 | 27960,288 |
| S120 | 0,671 | 3 | 41730 | 2,012 | 27988,846 |
| S121 | 0,996 | 2 | 43016 | 1,992 | 33814,802 |
| S122 | 0,659 | 3 | 43016 | 1,977 | 28350,408 |
| S123 | 0,664 | 3 | 43016 | 1,991 | 28548,671 |
| S124 | 0,997 | 2 | 43016 | 1,993 | 42865,514 |
| S125 | 0,664 | 3 | 43016 | 1,993 | 28570,715 |
| S126 | 0,665 | 3 | 43016 | 1,996 | 28619,764 |
| S128 | 0,662 | 3 | 43016 | 1,985 | 28463,952 |
| S129 | 0,664 | 3 | 43016 | 1,992 | 28558,537 |
| S131 | 0,669 | 3 | 44412 | 2,008 | 29728,079 |
| S132 | 0,667 | 3 | 44412 | 2,001 | 29628,485 |
| S134 | 0,666 | 3 | 44412 | 1,999 | 29590,833 |
| S135 | 0,667 | 3 | 44412 | 2 | 29605,843 |
| S136 | 0,999 | 2 | 44412 | 1,999 | 34279,432 |
| S137 | 0,668 | 3 | 44412 | 2,003 | 29655,739 |
| S138 | 0,667 | 3 | 44412 | 2,001 | 29623,708 |
| S139 | 0,993 | 2 | 46316 | 1,986 | 38196,919 |
| S140 | 0,661 | 3 | 46316 | 1,982 | 30599,583 |
| S141 | 0,660 | 3 | 46316 | 1,98 | 30567,543 |
| S142 | 0,995 | 2 | 46316 | 1,989 | 39528,609 |
| S143 | 0,658 | 3 | 46316 | 1,975 | 30486,412 |
| S144 | 0,663 | 3 | 46316 | 1,988 | 30687,201 |
| S145 | 0,991 | 2 | 46722 | 1,983 | 36438,38 |
| S146 | 0,662 | 3 | 46722 | 1,985 | 30912,556 |
| S147 | 0,656 | 3 | 46722 | 1,968 | 30652,274 |
| S149 | 0,659 | 3 | 46722 | 1,978 | 30799,327 |
| S150 | 0,658 | 3 | 46722 | 1,975 | 30766,434 |
| S152 | 0,672 | 3 | 47712 | 2,015 | 32041,881 |
| S153 | 0,667 | 3 | 47712 | 2,001 | 31821,338 |
| S155 | 0,675 | 3 | 47712 | 2,025 | 32199,413 |
| S156 | 0,676 | 3 | 47712 | 2,027 | 32230,919 |
| S157 | 0,994 | 2 | 48702 | 1,987 | 33158,956 |
| S158 | 0,689 | 3 | 48702 | 2,067 | 33558,407 |
| S159 | 0,663 | 3 | 48702 | 1,989 | 32283,596 |
| S160 | 0,997 | 2 | 48702 | 1,994 | 34535,721 |
| S161 | 0,664 | 3 | 48702 | 1,992 | 32333,207 |
| S162 | 0,668 | 3 | 48702 | 2,003 | 32512,182 |
| S163 | 0,994 | 2 | 49108 | 1,988 | 38588 |
| S164 | 0,669 | 3 | 49108 | 2,008 | 32863,227 |
| S165 | 0,668 | 3 | 49108 | 2,005 | 32814,637 |
| S166 | 0,995 | 2 | 49108 | 1,989 | 37844,844 |
| S167 | 0,662 | 3 | 49108 | 1,985 | 32485,34 |
| S168 | 0,662 | 3 | 49108 | 1,985 | 32491,812 |
| S169 | 0,997 | 2 | 49998 | 1,994 | 33922,015 |
| S170 | 0,662 | 3 | 49998 | 1,987 | 33109,858 |
| S171 | 0,662 | 3 | 49998 | 1,987 | 33113,846 |
| S173 | 0,662 | 3 | 49998 | 1,986 | 33096,246 |
| S174 | 0,665 | 3 | 49998 | 1,996 | 33262,738 |
| S175 | 0,997 | 2 | 49998 | 1,994 | 32208,039 |
| S176 | 0,662 | 3 | 49998 | 1,987 | 33121,516 |
| S177 | 0,660 | 3 | 49998 | 1,981 | 33020,428 |

CCR ve BCC modelleri program çıktılarında antrenör sayısının hedef değerli ondalık olarak belirlenmiş fakat bu mümkün olmadığı için ondalık değerler bir üst tam sayı değerine yuvarlanarak değerlendirme yapılış gerekmektedir. BCC modelinde etkin olmayan senaryoların girdi değerleri için belirlenen hedef değerleri Çizelge 6.8.'de verilmiştir.

Çizelge 6.8. BCC modelinde etkin olmayan KVB için girdi hedef değerleri.

| Senaryo No | Skor | Gerçekleşen | | Hedeflenen | |
|------------|------|-------------|-------|------------|-----------|
| | | G1 | G2 | G1 | G2 |
| S8 | 0,67 | 3 | 13944 | 2 | 6972 |
| S9 | 0,67 | 3 | 13944 | 2 | 7670 |
| S11 | 0,67 | 3 | 14350 | 2 | 6972 |
| S12 | 0,67 | 3 | 14350 | 2 | 7146,5 |
| S14 | 0,99 | 3 | 15340 | 2,959 | 15130,386 |
| S15 | 0,9 | 3 | 15340 | 2,689 | 13748,582 |
| S17 | 0,77 | 3 | 16736 | 2,315 | 12916,155 |
| S18 | 0,79 | 3 | 16736 | 2,367 | 13202,786 |
| S21 | 0,76 | 3 | 18022 | 2,282 | 13710,451 |
| S23 | 0,69 | 3 | 18022 | 2,083 | 12510,461 |
| S24 | 0,76 | 3 | 18022 | 2,264 | 13599,448 |
| S26 | 0,75 | 3 | 21322 | 2,248 | 15980,324 |
| S27 | 0,67 | 3 | 21322 | 2 | 10028 |
| S29 | 0,83 | 3 | 22312 | 2,48 | 18445,528 |
| S30 | 0,69 | 3 | 22312 | 2,071 | 15403,711 |
| S32 | 0,92 | 3 | 22718 | 2,762 | 20913,256 |
| S33 | 0,87 | 3 | 22718 | 2,597 | 19666,624 |
| S35 | 0,79 | 3 | 23708 | 2,355 | 18614,209 |
| S36 | 0,75 | 3 | 23708 | 2,241 | 17708,188 |
| S38 | 0,67 | 3 | 24994 | 2,009 | 16738,018 |
| S39 | 0,67 | 3 | 24994 | 2 | 15240,37 |
| S41 | 0,67 | 3 | 24994 | 2 | 10028 |
| S42 | 0,72 | 3 | 24994 | 2,148 | 17891,99 |
| S44 | 0,75 | 3 | 26390 | 2,234 | 19648,993 |
| S45 | 0,77 | 3 | 26390 | 2,307 | 20293,884 |
| S47 | 0,81 | 3 | 26390 | 2,434 | 21409,426 |
| S48 | 0,76 | 3 | 26390 | 2,265 | 19922,037 |
| S50 | 0,67 | 3 | 28294 | 2 | 13348 |
| S51 | 0,67 | 3 | 28294 | 2 | 7844,5 |
| S53 | 0,67 | 3 | 28700 | 2 | 9364 |
| S54 | 0,67 | 3 | 28700 | 2 | 15340 |
| S56 | 0,86 | 3 | 29690 | 2,564 | 25372,594 |
| S57 | 0,76 | 3 | 29690 | 2,264 | 22402,763 |
| S59 | 0,68 | 3 | 30680 | 2,044 | 20905,774 |
| S60 | 0,67 | 3 | 30680 | 2 | 11688 |
| S62 | 0,74 | 3 | 31086 | 2,233 | 23140,483 |
| S63 | 0,68 | 3 | 31086 | 2,047 | 21211,349 |
| S65 | 0,67 | 3 | 31966 | 2 | 6972 |
| S66 | 0,67 | 3 | 31966 | 2 | 13748,321 |
| S68 | 0,67 | 3 | 31966 | 2 | 14233,639 |
| S69 | 0,67 | 3 | 31966 | 2 | 16919,119 |
| S71 | 0,67 | 3 | 32372 | 2 | 7844,5 |
| S72 | 0,67 | 3 | 32372 | 2 | 13680 |
| S74 | 0,67 | 3 | 32372 | 2 | 10692 |
| S75 | 0,67 | 3 | 32372 | 2 | 15771,627 |
| S77 | 0,72 | 3 | 33362 | 2,162 | 24047,811 |
| S78 | 0,67 | 3 | 33362 | 2 | 21194,736 |
| S80 | 0,69 | 3 | 33362 | 2,054 | 22844,946 |
| S81 | 0,78 | 3 | 33362 | 2,344 | 26069,681 |
| S83 | 0,69 | 3 | 34758 | 2,06 | 23869,852 |
| S84 | 0,71 | 3 | 34758 | 2,12 | 24562,927 |
| S86 | 0,69 | 3 | 34758 | 2,083 | 24132,67 |
| S87 | 0,7 | 3 | 34758 | 2,101 | 24347,435 |
| S89 | 0,83 | 3 | 36044 | 2,502 | 30064,747 |
| S90 | 0,67 | 3 | 36044 | 2 | 22780,277 |
| S92 | 0,67 | 3 | 36044 | 2 | 8700 |
| S93 | 0,68 | 3 | 36044 | 2,024 | 24317,084 |
| S95 | 0,67 | 3 | 36044 | 2 | 8368 |
| S96 | 0,67 | 3 | 36044 | 2 | 14282,488 |
| S98 | 0,67 | 3 | 39344 | 2 | 14012 |
| S99 | 0,67 | 3 | 39344 | 2 | 12684 |
| S101 | 0,67 | 3 | 39344 | 2 | 20951,147 |
| S102 | 0,67 | 3 | 39344 | 2 | 25267,413 |
| S104 | 0,67 | 3 | 40334 | 2 | 24774,013 |
| S105 | 0,67 | 3 | 40334 | 2 | 23322,033 |
| S107 | 0,76 | 3 | 40334 | 2,27 | 30512,797 |
| S108 | 0,67 | 3 | 40334 | 2,017 | 27123,257 |
| S110 | 0,7 | 3 | 40740 | 2,092 | 28406,629 |
| S111 | 0,67 | 3 | 40740 | 2 | 26993,92 |
| S113 | 0,71 | 3 | 40740 | 2,141 | 29072,656 |
| S114 | 0,8 | 3 | 40740 | 2,386 | 32402,789 |
| S116 | 0,67 | 3 | 41730 | 2 | 27482,525 |
| S117 | 0,67 | 3 | 41730 | 2 | 23082,697 |
| S119 | 0,72 | 3 | 41730 | 2,163 | 30085,309 |
| S120 | 0,73 | 3 | 41730 | 2,195 | 30534,502 |
| S122 | 0,67 | 3 | 43016 | 2 | 9364 |
| S123 | 0,67 | 3 | 43016 | 2 | 18521,765 |
| S125 | 0,67 | 3 | 43016 | 2 | 13804,859 |
| S126 | 0,67 | 3 | 43016 | 2 | 16275,951 |
| S128 | 0,67 | 3 | 43016 | 2 | 9696 |
| S129 | 0,67 | 3 | 43016 | 2 | 15321,501 |
| S131 | 0,71 | 3 | 44412 | 2,126 | 31471,687 |
| S132 | 0,67 | 3 | 44412 | 2,021 | 29925,944 |
| S134 | 0,67 | 3 | 44412 | 2 | 22826,292 |
| S135 | 0,67 | 3 | 44412 | 2 | 28401,511 |
| S137 | 0,69 | 3 | 44412 | 2,058 | 30459,659 |
| S138 | 0,67 | 3 | 44412 | 2,019 | 29888,228 |
| S140 | 0,67 | 3 | 46316 | 2 | 18793,013 |
| S141 | 0,67 | 3 | 46316 | 2 | 13348 |
| S143 | 0,67 | 3 | 46316 | 2 | 19224,64 |
| S144 | 0,67 | 3 | 46316 | 2 | 24871,488 |
| S146 | 0,67 | 3 | 46722 | 2 | 11688 |
| S147 | 0,67 | 3 | 46722 | 2 | 8700 |
| S149 | 0,67 | 3 | 46722 | 2 | 14012 |
| S150 | 0,67 | 3 | 46722 | 2 | 17066,507 |
| S152 | 0,74 | 3 | 47712 | 2,223 | 35355,867 |
| S153 | 0,67 | 3 | 47712 | 2,013 | 32010,324 |
| S155 | 0,79 | 3 | 47712 | 2,373 | 37745,541 |
| S156 | 0,8 | 3 | 47712 | 2,403 | 38223,476 |
| S159 | 0,67 | 3 | 48702 | 2 | 22783,239 |
| S161 | 0,67 | 3 | 48702 | 2 | 26850,098 |
| S162 | 0,68 | 3 | 48702 | 2,041 | 33125,802 |
| S164 | 0,71 | 3 | 49108 | 2,114 | 34600,058 |
| S165 | 0,69 | 3 | 49108 | 2,069 | 33873,942 |
| S167 | 0,67 | 3 | 49108 | 2 | 25267,413 |
| S168 | 0,67 | 3 | 49108 | 2 | 25699,04 |
| S170 | 0,67 | 3 | 49998 | 2 | 19224,64 |
| S171 | 0,67 | 3 | 49998 | 2 | 16203,253 |
| S173 | 0,67 | 3 | 49998 | 2 | 7146,5 |
| S174 | 0,67 | 3 | 49998 | 2 | 21782,661 |
| S176 | 0,67 | 3 | 49998 | 2 | 12020 |
| S177 | 0,67 | 3 | 49998 | 2 | 11356 |

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sağlıklı yaşam, kilo kontrolü, fiziksel aktivite gibi terimler gün geçtikçe hayatımıza daha çok girmekte ve bu konudaki bilinç hızla artmaktadır. Bundan dolayı spor merkezlerine olan talep sürekli olarak artmakta ve insanlar sağlıklı yaşam için spor merkezlerine üye olmaktadır. Rekabetin üst seviye olduğu bu pazarda müşterilerine iyi hizmet vermek isteyen spor merkezleri sürekli olarak kendilerini yenilemeli, rekabete ayak uydurmalı ve müşteri memnuniyetini en üst seviyede tutmalıdırlar.

Bu çalışmanın ilk bölümünde, ele alınan spor merkezinin müşterilerinin taleplerine daha iyi hizmetler sunarak karşılık vermesi amacıyla analizler yapılmış ve iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur. Spor merkezinin mevcut durum analizinin yapılmasında, benzetim modeli kullanılması tercih edilmiştir. Bunun sebebi matematiksel modeller ile çözülmesi çok zor olan karmaşık sistemlerin, benzetim modeli ile rahat bir şekilde modellenerek analiz edilebilmesidir. Bu benzetim modelinin oluşturulmasında Arena simülasyon programı kullanılmıştır.

Spor merkezinin mevcut sisteminin benzetim modelinin kurulabilmesi amacıyla süreç akış şeması oluşturulmuş, süreçlerin süreleri zaman tutma çalışmalarıyla belirlenmiş ayrıca bilgi sistemindeki mevcut bilgiler alınmıştır. Tüm bu veriler bilgisayar ortamında işlenerek benzetim modeli ortaya konulmuştur.

Benzetim modelinin çalıştırılması sonucu ortalama toplam antreman süresi 99,33 dakika, ortalama antrenör kullanım oranı 0,23 , günde ortalama hizmet verilen üye sayısı 194,2 olarak elde edilmiştir. Bunun yanında darboğazların yaşandığı 5 fitness makinesi tespit edilmiş ve bekleme süreleri elde edilmiştir. Oluşan bekleme sürelerini dolayısıyla ortalama toplam antreman süresini kısaltmak ve antrenör kullanım oranını azaltarak antrenörün saha içinde daha aktif olmasını sağlayabilmek amacıyla olabilecek tüm iyileştirme senaryoları oluşturulmuştur. Bu iyileştirme senaryolarında maddi ve kullanılabilir alan kısıtları göz önüne alınmış, darboğaz oluşan makinelerde ve antrenör sayısında kaynak artırımına gidilmiştir. Bu şekilde oluşturulan toplam 177 adet senaryonun benzetim modeli sonuçları elde edilmiştir.

Senaryoların analizi, birden fazla girdi ve çıktıyı aynı anda analiz edebilen doğrusal programlama temelli parametrik bir yöntem olmayan veri zarflama analizi yöntemiyle yapılmıştır. VZA'nde karar verme birimi olarak kullanılacak olan senaryolar spor merkezindeki mevcut kullanılabilir alan ve maddi kısıtlar çerçevesinde oluşturulmuştur. Toplam 177 adet senaryonun görelî etkinlik analizi yapılmıştır. Senaryoların etkinliklerinin ölçülebilmesi için 2 adet girdi ve 3 adet çıktı değişkeni belirlenmiştir. Girdi değişkenleri antrenör sayısı ve makine

alım maliyetleri olarak, çıktı değişkenleri ise ortalama antreman süresi, hizmet verilen ortalama üye sayısı ve ortalama antrenör kullanım oranı olarak seçilmiştir.

Etkinlik analizi DEAP 2.1 veri zarflama analizi paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Analizde girdiler üzerinde kontrolün fazla olması sebebiyle girdi yönelimli model kullanımı tercih edilmiştir. Analiz, CCR ve BCC modellerinin ikisi içinde girdi yönlü olarak yapılmış teknik ve ölçek etkinlikleri hesaplanmıştır.

Yapılan VZA ile etkin olan ve olmayan KVB ler belirlenmiştir. CCR modeliyle girdi yönlü yapılan analizde 177 senaryo içinde 20 senaryo etkin bulunmuş, bunlar S1, S3, S4, S13, S19, S22, S28, S37, S67, S76, S79, S88, S118, S127, S130, S133, S148, S151, S154 ve S172 nolu senaryolardır. BCC modeliyle girdi yönlü yapılan analizde ise 65 senaryo etkin bulunmuştur, bu senaryolar S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S10, S13, S16, S19, S20, S22, S25, S28, S31, S34, S37, S40, S43, S46, S49, S52, S55, S58, S61, S64, S67, S70, S73, S76, S79, S82, S85, S88, S91, S94, S97, S100, S103, S106, S109, S112, S115, S118, S121, S124, S127, S130, S133, S136, S139, S142, S145, S148, S151, S154, S157, S158, S160, S163, S166, S169, S172 ve S175 nolu senaryolardır. Uygulanan her iki modelde de 20 senaryo etkin bulunmuştur. Her iki modelde de etkin senaryolar S1, S3, S4, S13, S19, S22, S28, S37, S67, S76, S79, S88, S118, S127, S130, S133, S148, S151, S154 ve S172 senaryoları olarak belirlenmiştir. Burada dikkat çekici olan CCR modelinde etkin bulunan senaryoların tümünün BCC modelinde etkin bulunmuş olmasıdır. BCC modelinde etkin bulunan ancak CCR modelinde etkin bulunmayan S2, S7, S10, S16, S25, S31, S34, S40, S43, S46, S49, S52, S55, S58, S61, S64, S70, S73, S82, S85, S91, S94, S97, S100, S103, S106, S109, S112, S115, S121, S124, S136, S139, S142, S145, S157, S160, S163, S166, S169, S175 nolu senaryoların etkinlikleri 0,90 – 1 bandında olduğundan küçük iyileştirmelerle etkin hale getirilebilirler.

BCC modelinin ortalama etkinlik skoru 0,812 iken CCR modelinin ortalama etkinlik skoru 0,783 olarak hesaplanmıştır. Yapılan analizler incelendiğinde antrenör artırımı yapılmadan makine kaynak artırımı yapılan senaryoların daha etkin olduğu görülmektedir. Her iki model ile yapılan analizlerde etkin çıkan senaryolar arasından, ortalama antreman süresini minimuma düşürmesi ve dolayısıyla üyenin en çok önemsendiği nokta olan antreman süresini ve bekleme sürelerinin en aza indirerek müşteri memnuniyetini sağlaması sebebiyle senaryo 154 uygulanabilir bir karar olarak karşımıza çıkmaktadır. Kararın uygulanması durumunda mevcut duruma göre ortalama antreman süresinde %19,05' lik bir azalma sağlanmakta, hizmet verilen ortalama üye sayısında %5,87' lik bir artış sağlanmakta ve antrenör kullanım oranında ise bir değişiklik yaşanmamaktadır. Etkin olmayan senaryolar için belirlenen hedef değerlere

bakıldığında makine alımları için oluşan maliyetin azaltılması yani fiyat ve pazar araştırmaları ile aynı makinelerin daha düşük fiyatlara alınabilmesi ile senaryoların daha etkin olabileceği görölmüştür.

İleride bu konu ile ilgili yapılabilecek çalışmalarda maliyet veya alan kısıtı olmaksızın tüm senaryolar değerlendirilerek daha verimli sonuçlar elde edilebilir ayrıca girdi ve çıktılarına yöneticiler ve karar vericiler tarafından ağırlıklar belirlenerek daha gerçekçi olan sonuçlara ulaşılabilir. Yapılabilecek başka bir çalışmada, kullanılan antreman programlarının profesyoneller eşliğinde değiştirilmesi veya soyunma odası dolap sayılarının artırılması durumlarını iğereren, mevcut duruma alternatif iyileştirme senaryoları oluşturulabilir ve analizleri yapılabilir.



KAYNAKLAR DİZİNİ

Aazadeh, A., Ghaderi, S.F., Izadbakhsh, H. (2008). Integreation of DEA and AHP with compuet simulation for railway system improvement and optimization. *Applied Mathemetics and computation*, 195, 775-785.

Akal, Z. (2005). *İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi Çok Yönlü Performan Göstergeleri*. MPM Yayınları, Ankara.

Anderson, R.I., Fok, R. ve Scott, J. (2000). Hotel Industry Efficiency : AN Advanced Linear Programming Examination. *American Business Review*, Cilt 18, 40-48.

Andrson, C., Butcher, C., Moureno, A. (2010). Emergency Department Patient Flow Smulation at Health Alliance. Major Qualifying Project Proposal Completed in partial fulfillment of the Bachelor of Science degree at Worcester Polytechnic Institute. Worcester MA, USA.

Aslankaraoğlu, N. (2006). Veri Zarflama Analizi ve temel bileşenler analizi ile Avrupa Birliği ülkelerinin sıralanması. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Banks, J., Jhon, S. ve Nelson, B.L. (1996). *Discrete-Event System Simulation. 2. Baskı*, New Jersey, 23-24.

Baysal, M.E., Alçılar, B., Çerçioğlu, H., Toklu, B. (2005). Türkiye'deki Devlet Üniversitelerinin 2004 Yılı Performanslarının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Belirlenip Buna Göre 2005 Yılı Bütçe Tahsislerinin Yapılması. *SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9, 1.

Budak, H. (2010). Veri Zarflama Analizi ve Hisse Senedi Seçiminde Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Bussofiane, A., Dyson, R. ve Rhodes, E. (1991). Applied Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, Cilt 2, 1-15.

Cooper, W.W., Seiford, L.M., Zhu, J. (2004). Data Envelopment Analysis : History, Models an Interpretations, in Handbook on Data Envelopmen Analysis. *Kluwer Academic Publisher*, New York, 8-21.

Garcia, M.L., Centeno, M.A., Rivera, C. ve DeCario, N. (1995). Reducing time in an emergency room via a fast-track. *Processdings of the 1995 Winter Simulation Conferce*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1048-1053.

Güçlü, A. (1999). Türk Silahlı Kuvvetleri Hastanelerinde Teknik Verimlilik Ölçümü : Veri Zarflama Analizi Uygulaması. Yayınlanmamış Doktora Tezi.

Gündüz, Y. (2005). Akış Tipi Atölye Sisteminde Benzetim ile En iyileme Man Türkiye A.Ş.'de Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Haas, D.A., ve Murphy, F.H. (2003). Compensanting for Non-Homogenity in Decision-Making Units in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 144, 530-544.

Halaç, O. (1982). *İşletmelerde Simulasyon Teknikleri*. İstanbul Üniversitesi, 1.

Hamdy, A., Taha. (2007). *Yöneylem Araştırması. 6. Basımdan Çeviri*, İstanbul : 665.

<https://www.voitbayi.com>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Koz, M. ve Ersöz, G. (1995). *Egzersiz ve İmmün Sistem*, 412.
- Law, A.M., Kelton, D.W. (2000). *Simulation Modelling and Analysis*. New York, McGraw-Hill, Üçüncü Baskı.
- Law, A.M., Kelton, D.W. (2008). *Simulation Modelling and Analysis*. McGraw-Hill, USA.
- Law, A.M., Kelton, W.D. (2007). *Simulation Modelling and Analysis*. New York : McGraw-Hill, s.709.
- Lukee, R.D., Ozcan, Y.A., Bramble, J.D. (1997). *Configurational Efficiency of Urban Strategic Hospital Alliances*. Cilt 14.
- Martin, C.J. ve Roman, C. (2001). An Application of DEA to measure the efficiency of Spanish airports prior to privatization. *Journal of Air Transport Management*, Cilt 7, 149-157.
- Oruç, K.O. (2008). Veri Zarflama Analizi ile Bulanık Ortamda Etkinlik Ölçümleri ve Üniversitelerde Bir Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Özdemir A., ve Demirelli, E. (2013). Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi ile Mevduat Bankalarının Etkinlik Ölçümüne Yönelik Bir Uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, Cilt 9, 215-238.
- Özden, Ü.H. (2008). İstatistiksel Simülasyon. Benzetim Semineri İstanbul Ticaret Üniversitesi.
- Pokopenko, J. (1992). *Verimlilik Yönetimi*. Çev:(Olca Baykal vd.). MPM yayın No:476, Ankara.
- Ramanathan, R. (2003). *Data Envelopmen Analysis*. Sage Publications, New Delhi.
- Tanyaş, M. (2000). *Endüstri Mühendisliğine Giriş*. Cilt 1, İstanbul.
- Weng, S.J., Wang, L.M., Tsai, B.S., Chang, C.Y. ve Gotcher, D. (2011). Using Simulation and Data Envelopment Analysis in Optimal Healthcare Efficiency Allocations. *In Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference*, 1295-1305.
- Yılmaz, Y. (2007). <http://slideplayer.biz.tr/slide/2402046/>. Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Endüstri Mühendisliğine Giriş Ders Notları.
- Yılmaz, M.K. ve Çıracı, D. (2004). Hisse Senetler İMKB’de İşlem Gören Çimento Şirketleri’ nin Likidite ve Karlılık Açısından Veri Zarflama Yöntemi ile Etkinlik Analizi. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 3, 124-148.

EKLER

EK-1. Spor Merkezindeki Kaynak Sayıları

| Resource - Basic Process | | | | Resource - Basic Process | | | |
|--------------------------|---------------------|-------------------|-----------|--------------------------|-----------------------|----------------|----------|
| | Name | Type | Capacity | | Name | Type | Capacity |
| 1 | Personel_antrenor_1 | Based on Schedule | Antrenor1 | 18 | Shoulder_Press_SBT | Fixed Capacity | 1 |
| 2 | Personel_antrenor_2 | Based on Schedule | Antrenor2 | 19 | Dumbbells | Fixed Capacity | 16 |
| 3 | Soyunma_odasi | Fixed Capacity | 80 | 20 | Elliptic_Machine | Fixed Capacity | 4 |
| 4 | Cable_Cross | Fixed Capacity | 1 | 21 | Kosu_Bandi | Fixed Capacity | 5 |
| 5 | Biceps_Machine | Fixed Capacity | 1 | 22 | Yatay_Bisiklet | Fixed Capacity | 2 |
| 6 | Bench_Press | Fixed Capacity | 1 | 23 | Dikey_Bisiklet | Fixed Capacity | 2 |
| 7 | Wide_Chest_Press | Fixed Capacity | 1 | 24 | Kurek_Machine | Fixed Capacity | 2 |
| 8 | Chest_Press_SRB | Fixed Capacity | 1 | 25 | Barfiks_Machine | Fixed Capacity | 1 |
| 9 | Incline_Chest_Press | Fixed Capacity | 1 | 26 | Leg_Curl_Machine | Fixed Capacity | 1 |
| 10 | Low_Row | Fixed Capacity | 1 | 27 | Leg_Extension_Machine | Fixed Capacity | 1 |
| 11 | Lat_Pull_Down_SRB | Fixed Capacity | 1 | 28 | Leg_Press_Machine | Fixed Capacity | 1 |
| 12 | Row_Machine_SRB | Fixed Capacity | 1 | 29 | Kalf_Machine | Fixed Capacity | 1 |
| 13 | Shoulder_Press_SRB | Fixed Capacity | 1 | 30 | Chest_Press_SBT | Fixed Capacity | 1 |
| 14 | Incline_Bench_Press | Fixed Capacity | 1 | 31 | Lat_Pull_Down_SBT | Fixed Capacity | 1 |
| 15 | Decline_Bench_Press | Fixed Capacity | 1 | 32 | Row_Machine_SBT | Fixed Capacity | 1 |
| 16 | Multi_Press_Machine | Fixed Capacity | 2 | 33 | Mekik_Machine | Fixed Capacity | 2 |
| 17 | Pectoral_Machine | Fixed Capacity | 1 | 34 | Dips_Machine | Fixed Capacity | 1 |

EK-2. 2018 Yılı Aylık ve Saatlik Ortalama Üye Geliş Sayıları

Erkek Üyeler için Ortalama Geliş Sayıları

| Saat Dilimi | 09:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | |
|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|----------|
| Aylar | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | |
| Ocak | 0,8000 | 0,9000 | 2,6667 | 3,5667 | 9,1667 | 12,6667 | 11,1333 | 14,3667 | 14,1333 | 17,3000 | 9,9667 | 7,3000 | 3,8667 | 0,0000 | 107,8333 |
| Şubat | 0,6071 | 1,0357 | 3,3571 | 5,5000 | 10,5000 | 12,8571 | 11,8929 | 12,8571 | 16,1786 | 16,9643 | 11,5714 | 8,6786 | 3,6429 | 0,0000 | 115,6429 |
| Mart | 1,0645 | 2,9032 | 5,5161 | 6,4516 | 14,0323 | 14,8710 | 13,1935 | 14,4194 | 14,0645 | 18,4516 | 11,6774 | 9,0968 | 3,9677 | 0,0000 | 129,7097 |
| Nisan | 1,2759 | 1,9310 | 3,8276 | 6,4138 | 12,2414 | 13,9310 | 12,4483 | 15,0000 | 15,6207 | 18,2414 | 11,5517 | 7,4138 | 3,6207 | 0,1379 | 123,6552 |
| Mayıs | 0,8966 | 2,7586 | 4,2069 | 9,1034 | 10,1724 | 13,8621 | 13,5517 | 14,3793 | 12,3448 | 14,5517 | 5,7241 | 4,1034 | 7,6897 | 4,9655 | 118,3103 |
| Haziran | 1,0870 | 2,2609 | 2,9130 | 6,2174 | 7,7826 | 11,6522 | 12,2609 | 12,4783 | 11,4348 | 14,3913 | 4,3478 | 2,2174 | 6,9130 | 4,2609 | 100,2174 |
| Temmuz | 0,6333 | 1,6667 | 2,7333 | 6,8000 | 11,1000 | 13,6129 | 12,0333 | 12,7667 | 15,1333 | 19,3333 | 11,6000 | 6,5667 | 5,1333 | 0,0000 | 119,5333 |
| Ağustos | 0,6923 | 1,5385 | 3,2308 | 7,2692 | 11,0769 | 14,2308 | 13,4615 | 13,6538 | 14,1923 | 18,2692 | 9,8462 | 7,6923 | 5,6923 | 0,0000 | 120,8462 |
| Eylül | 0,7333 | 2,9667 | 5,7333 | 8,1333 | 11,9667 | 14,1333 | 12,8000 | 14,5667 | 16,5667 | 18,8333 | 10,7667 | 9,0667 | 4,8333 | 0,0000 | 131,1000 |
| Ekim | 1,2903 | 2,5806 | 5,4839 | 9,1613 | 12,0968 | 14,2258 | 14,4516 | 14,8387 | 17,0323 | 19,7419 | 12,2903 | 8,4516 | 5,8065 | 0,0000 | 137,4516 |
| Kasım | 0,7333 | 2,0333 | 4,5000 | 7,8333 | 11,5667 | 14,3000 | 13,9000 | 14,8000 | 18,0000 | 17,8333 | 10,8000 | 6,7000 | 4,7667 | 0,0000 | 127,7667 |
| Aralık | 0,9032 | 2,0323 | 4,1935 | 8,6129 | 10,8387 | 13,7097 | 13,0323 | 14,4839 | 16,8710 | 17,9355 | 10,9677 | 7,2258 | 4,2581 | 0,1613 | 125,2258 |
| Ortalama | 0,8931 | 2,0506 | 4,0302 | 7,0886 | 11,0451 | 13,6710 | 12,8466 | 14,0509 | 15,1310 | 17,6539 | 10,0925 | 7,0428 | 5,0159 | 0,7938 | |

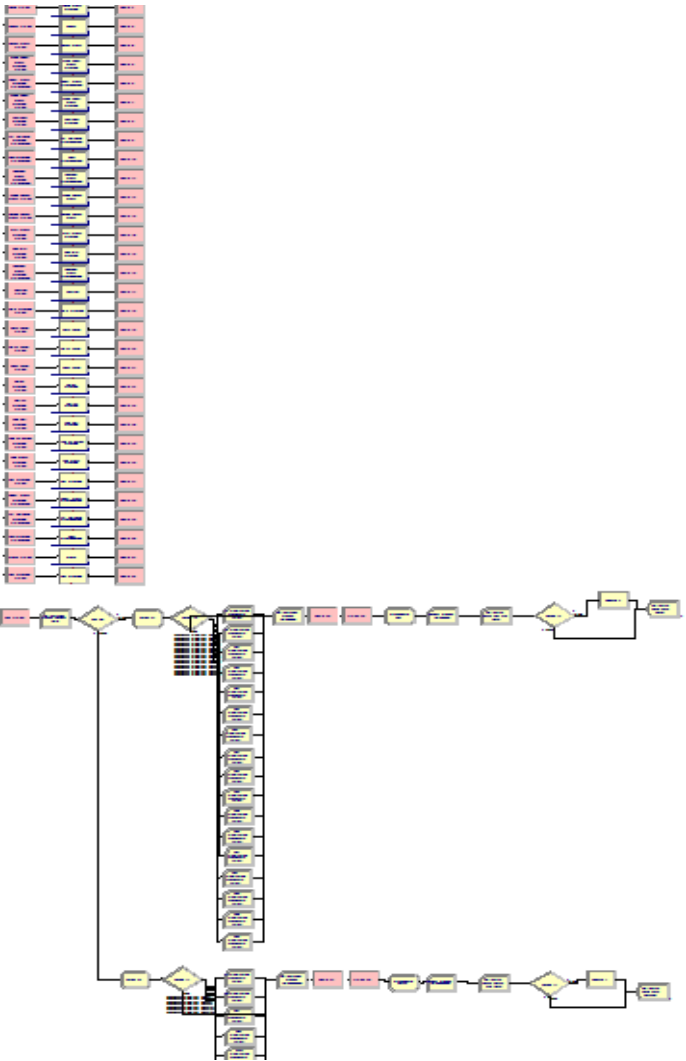
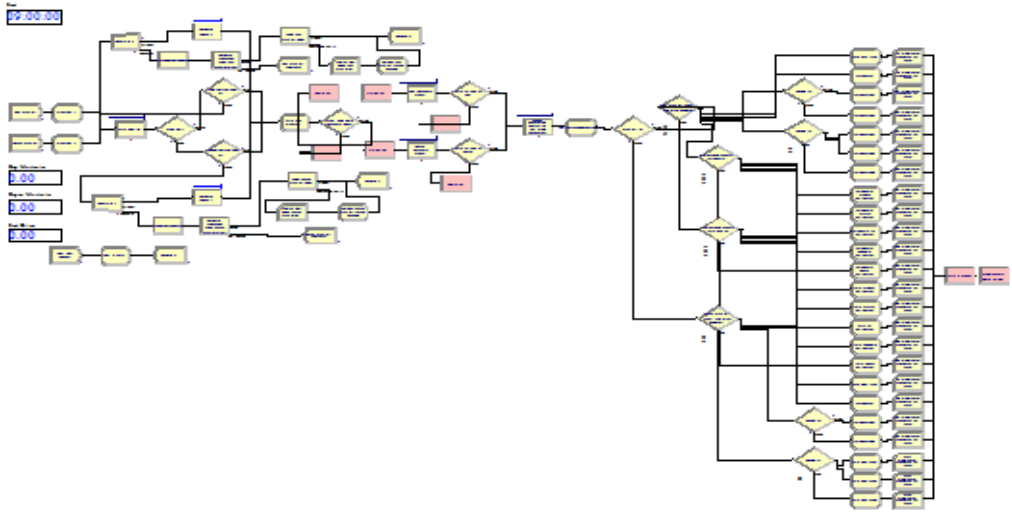
EK-2. (devam) 2018 Yılı Aylık ve Saatlik Ortalama Üye Geliş Sayıları

Kadın Üyeler için Ortalama Geliş Sayıları

| Saat Dilimi | 09:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Aylar | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | |
| Ocak | 0,4667 | 0,8333 | 2,2667 | 3,6667 | 6,0667 | 10,0000 | 10,6667 | 10,1000 | 12,2333 | 13,3333 | 8,8000 | 6,9000 | 2,6000 | 0,0000 | 87,9333 |
| Şubat | 0,9643 | 0,9643 | 2,9286 | 4,0714 | 5,5714 | 10,6786 | 10,8929 | 10,5000 | 12,5000 | 13,7143 | 8,6786 | 6,6071 | 2,4643 | 0,0000 | 90,5357 |
| Mart | 1,1935 | 0,9677 | 3,0645 | 6,0968 | 7,9355 | 10,8710 | 11,0000 | 10,0645 | 12,1935 | 12,8710 | 8,5484 | 6,0968 | 2,8710 | 0,0000 | 93,7742 |
| Nisan | 0,8621 | 0,9655 | 3,1379 | 5,1724 | 6,4483 | 10,2414 | 10,5862 | 10,0690 | 13,7241 | 12,1724 | 8,6552 | 6,6897 | 2,5862 | 0,0000 | 91,3103 |
| Mayıs | 0,9310 | 0,9655 | 2,0345 | 4,5862 | 6,2069 | 9,3448 | 9,3448 | 9,1034 | 8,8966 | 10,9310 | 3,7931 | 3,4483 | 3,7241 | 3,0345 | 76,3448 |
| Haziran | 0,6522 | 0,6957 | 2,1739 | 4,7826 | 5,8696 | 9,2083 | 9,1667 | 8,6250 | 9,1667 | 9,9130 | 3,5652 | 2,6087 | 3,5217 | 3,4783 | 74,6522 |
| Temmuz | 0,8000 | 1,0667 | 3,6452 | 4,2000 | 5,9000 | 9,8333 | 9,8333 | 10,7667 | 13,1667 | 13,7667 | 9,1333 | 7,0333 | 3,6333 | 0,0000 | 92,8667 |
| Ağustos | 1,0000 | 0,8846 | 3,9231 | 5,1538 | 6,9231 | 11,9615 | 10,5769 | 10,7692 | 12,6154 | 12,9231 | 9,6923 | 7,1154 | 3,1538 | 0,0000 | 96,6923 |
| Eylül | 0,9333 | 1,1667 | 3,0667 | 5,4667 | 7,1000 | 10,6667 | 11,6000 | 11,6000 | 12,6333 | 13,6000 | 9,6000 | 7,4333 | 2,9667 | 0,0000 | 97,8333 |
| Ekim | 1,4516 | 1,3871 | 3,6452 | 4,5484 | 6,7419 | 11,3871 | 10,6774 | 10,6452 | 12,8387 | 14,7419 | 9,6129 | 5,9355 | 2,5161 | 0,0000 | 96,1290 |
| Kasım | 1,3333 | 0,9667 | 3,5667 | 4,6333 | 7,6667 | 9,5333 | 10,7333 | 9,3000 | 12,7667 | 12,5667 | 8,1667 | 6,5667 | 2,9333 | 0,0000 | 90,7333 |
| Aralık | 1,0968 | 1,0323 | 2,5161 | 5,0645 | 6,7742 | 8,8387 | 11,0000 | 9,2581 | 12,4839 | 12,6452 | 8,3548 | 5,8065 | 2,7097 | 0,0000 | 87,5806 |
| Ortalama | 0,9737 | 0,9913 | 2,9974 | 4,7869 | 6,6003 | 10,2137 | 10,5065 | 10,0668 | 12,1016 | 12,7649 | 8,0500 | 6,0201 | 2,9734 | 0,5427 | |



EK-3. Arena Modeli Ekran Görüntüsü



EK-4. Senaryolar

| Senaryo no | Senaryo Açıklaması | Maliyet (TL) |
|------------|---|--------------|
| S1 | + 1 adet Dikey Bisiklet | 6972 |
| S2 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 6972 |
| S3 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 6972 |
| S4 | + 1 adet Yatay Bisiklet | 8368 |
| S5 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 8368 |
| S6 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 8368 |
| S7 | + 2 adet Dikey Bisiklet | 13944 |
| S8 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 13944 |
| S9 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 13944 |
| S10 | + 1 adet Koşu Bandı | 14350 |
| S11 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 14350 |
| S12 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 14350 |
| S13 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Yatay Bisiklet | 15340 |
| S14 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 15340 |
| S15 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 15340 |
| S16 | + 2 adet Yatay Bisiklet | 16736 |
| S17 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 16736 |
| S18 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 16736 |
| S19 | + 1 adet Chest Press | 18022 |
| S20 | + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 18022 |
| S21 | + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 18022 |
| S22 | + 1 adet Shoulder Press | 18022 |
| S23 | + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 18022 |
| S24 | + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 18022 |
| S25 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Dikey Bisiklet | 21322 |
| S26 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 21322 |
| S27 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 21322 |
| S28 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet | 22312 |
| S29 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 22312 |
| S30 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 22312 |
| S31 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Koşu Bandı | 22718 |
| S32 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 22718 |
| S33 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 22718 |
| S34 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 2 adet Yatay Bisiklet | 23708 |
| S35 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 23708 |
| S36 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 23708 |
| S37 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press | 24994 |
| S38 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 24994 |
| S39 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 24994 |
| S40 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press | 24994 |
| S41 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 24994 |
| S42 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 24994 |
| S43 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Chest Press | 26390 |
| S44 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 26390 |
| S45 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 26390 |
| S46 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Shoulder Press | 26390 |
| S47 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 26390 |
| S48 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 26390 |
| S49 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Dikey Bisiklet | 28294 |
| S50 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 28294 |
| S51 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 28294 |
| S52 | + 2 adet Koşu Bandı | 28700 |
| S53 | + 2 adet Koşu Bandı + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 28700 |
| S54 | + 2 adet Koşu Bandı + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 28700 |
| S55 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet | 29690 |

EK-4. (devam) Senaryolar

| | | |
|------|--|-------|
| S56 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 29690 |
| S57 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 29690 |
| S58 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet | 30680 |
| S59 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 30680 |
| S60 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 30680 |
| S61 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Yatay Bisiklet | 31086 |
| S62 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 31086 |
| S63 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 31086 |
| S64 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press | 31966 |
| S65 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 31966 |
| S66 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 31966 |
| S67 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press | 31966 |
| S68 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 31966 |
| S69 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 31966 |
| S70 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Chest Press | 32372 |
| S71 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 32372 |
| S72 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 32372 |
| S73 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Shoulder Press | 32372 |
| S74 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 32372 |
| S75 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 32372 |
| S76 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press | 33362 |
| S77 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 33362 |
| S78 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 33362 |
| S79 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press | 33362 |
| S80 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 33362 |
| S81 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 33362 |
| S82 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Chest Press | 34758 |
| S83 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 34758 |
| S84 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 34758 |
| S85 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Shoulder Press | 34758 |
| S86 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 34758 |
| S87 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 34758 |
| S88 | + 2 adet Chest Press | 36044 |
| S89 | + 2 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 36044 |
| S90 | + 2 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 36044 |
| S91 | + 1 adet Chest Press + 1 adet Shoulder Press | 36044 |
| S92 | + 1 adet Chest Press + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 36044 |
| S93 | + 1 adet Chest Press + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 36044 |
| S94 | + 2 adet Shoulder Press | 36044 |
| S95 | + 2 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 36044 |
| S96 | + 2 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 36044 |
| S97 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press | 39344 |
| S98 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 39344 |
| S99 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 39344 |
| S100 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press | 39344 |
| S101 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 39344 |
| S102 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 39344 |

EK-4. (devam) Senaryolar

| | | |
|------|--|-------|
| S103 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press | 40334 |
| S104 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 40334 |
| S105 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 40334 |
| S106 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press | 40334 |
| S107 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 40334 |
| S108 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 40334 |
| S109 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Chest Press | 40740 |
| S110 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 40740 |
| S111 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 40740 |
| S112 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Shoulder Press | 40740 |
| S113 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 40740 |
| S114 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 40740 |
| S115 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press | 41730 |
| S116 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 41730 |
| S117 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 41730 |
| S118 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press | 41730 |
| S119 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 41730 |
| S120 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 41730 |
| S121 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Shoulder Press | 43016 |
| S122 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 43016 |
| S123 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 43016 |
| S124 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 2 adet Chest Press | 43016 |
| S125 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 2 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 43016 |
| S126 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 2 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 43016 |
| S127 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 2 adet Shoulder Press | 43016 |
| S128 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 2 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 43016 |
| S129 | + 1 adet Dikey Bisiklet + 2 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 43016 |
| S130 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Shoulder Press | 44412 |
| S131 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 44412 |
| S132 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 44412 |
| S133 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Chest Press | 44412 |
| S134 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 44412 |
| S135 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 44412 |
| S136 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Shoulder Press | 44412 |
| S137 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 44412 |
| S138 | + 1 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 44412 |
| S139 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press | 46316 |
| S140 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 46316 |

EK-4. (devam) Senaryolar

| | | |
|------|--|-------|
| S141 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 46316 |
| S142 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press | 46316 |
| S143 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 46316 |
| S144 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 46316 |
| S145 | + 2 adet Koşu Bandı + 1 adet Chest Press | 46722 |
| S146 | + 2 adet Koşu Bandı + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 46722 |
| S147 | + 2 adet Koşu Bandı + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 46722 |
| S148 | + 2 adet Koşu Bandı + 1 adet Shoulder Press | 46722 |
| S149 | + 2 adet Koşu Bandı + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 46722 |
| S150 | + 2 adet Koşu Bandı + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 46722 |
| S151 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press | 47712 |
| S152 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 47712 |
| S153 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 47712 |
| S154 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press | 47712 |
| S155 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 47712 |
| S156 | + 1 adet Koşu Bandı + 1 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 47712 |
| S157 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press | 48702 |
| S158 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 48702 |
| S159 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 48702 |
| S160 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press | 48702 |
| S161 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 48702 |
| S162 | + 2 adet Yatay Bisiklet + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 48702 |
| S163 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Shoulder Press | 49108 |
| S164 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 49108 |
| S165 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 49108 |
| S166 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Chest Press | 49108 |
| S167 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 49108 |
| S168 | + 1 adet Koşu Bandı + 2 adet Yatay Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 49108 |
| S169 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Shoulder Press | 49998 |
| S170 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 49998 |
| S171 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 1 adet Chest Press + 1 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 49998 |
| S172 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 2 adet Chest Press | 49998 |
| S173 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 2 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 49998 |
| S174 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 2 adet Chest Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 49998 |
| S175 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 2 adet Shoulder Press | 49998 |
| S176 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 2 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Sabah Vardiyası) | 49998 |
| S177 | + 2 adet Dikey Bisiklet + 2 adet Shoulder Press + 1 adet Antrenör (Akşam Vardiyası) | 49998 |

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : OKTAY, Erdem
Doğum tarihi ve yeri : 20.05.1988, Kütahya
e-mail : oktay.342@hotmail.com

Eğitim Bilgileri

| Derece | Eğitim Birimi | Mezuniyet Tarihi |
|---------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Lisans | Eskişehir Osmangazi Üniversitesi | 2011 |
| Lise | Ali Güral Anadolu Lisesi | 2006 |
| <u>Yabancı dil</u> | İngilizce | |