

152 222

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DEPO TASARIM SORUNU ANALİZİ:
BİR ANALİTİK AĞ SÜRECİ UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Endüstri Müh. Fatih ÖZDEMİR
(507021115)**

152222

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 26 Nisan 2004
Tezin Savunulduğu Tarih : 18 Mayıs 2004**

Tez Danışmanı :

Yrd. Doç. Dr. Y. İlker TOPÇU

Diğer Jüri Üyeleri

Prof. Dr. M. Bülent DURMUŞOĞLU (İ.T.Ü.)

Öğr. Görevlisi Halefşan SÜMEN (İ.T.Ü.)

MAYIS 2004

ÖNSÖZ

Varlıkları ve destekleri ile bana güç veren ve başarılarımda en büyük paya sahip olan sevgili aileme, çalışma esnasında yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarıma ve özellikle çalışma sırasında karşılaştığım sorunları dinleyip çözümler öneren, bilgi ve yorumlarıyla yolumu aydınlatan ve beni motive ederek zorlukların üstesinden gelmemi sağlayan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Y. İlker TOPÇU'ya sonsuz teşekkür ederim.

Mayıs 2004

Fatih ÖZDEMİR



İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	iv
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ	1
2. DEPO SİSTEMİ HAKKINDA BİLGİLER	4
2.1. Depo Süreçleri	5
2.1.1. Kabul Süreci	6
2.1.2. Stoklama Süreci	6
2.1.3. Sipariş Toplama Süreci	7
2.1.4. Sevkıyat Süreci	9
2.2. Depo Kaynakları	10
2.3. Depo Organizasyonu	11
2.4. Depo Performans Kriterleri	14
2.5. Depo Tasarımı	16
2.5.1. Stratejik Seviye	17
2.5.2. Taktik Seviye	20
2.5.3. Operasyonel Seviye	22
3. ANALİTİK AĞ SÜRECİ	24
3.1. AAS'de Sorunun Yapılandırılması	25
3.2. AAS'de Sorunun Modellenmesi	28
3.3. AAS'de Sorunun Çözümlemesi	31
4. SORUNUN ANALİZİ	34
4.1. Yapılandırma Aşaması	34
4.2. Modelleme Aşaması	38
4.3. Çözümleme Aşaması	39
4.4. Yorumlar	39
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	59
KAYNAKLAR	61
EKLER	64
ÖZGEÇMİŞ	94

KISALTMALAR

SSB	: Stok Saklama Birimi
AHS	: Analitik Hiyerarşı Süreci
AAS	: Analitik Ağ Süreci



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1 Sipariş toplamadaki maliyet oranları	8
Tablo 3.1 Temel Ölçek.....	30
Tablo 4.1 Elemanların etkileşimleri	36
Tablo 4.2 Stok bilgileri sınır matris verileri	39
Tablo 4.3 Birim özellikleri sınır matris verileri	40
Tablo 4.4 Performans kriterleri sınır matris verileri	40
Tablo 4.5 Sipariş birimi sınır matris verileri	40
Tablo 4.6 Depo türü sınır matris verileri	41
Tablo 4.7 Sipariş özellikleri sınır matris verileri.....	41
Tablo 4.8 Depo sistemleri sınır matris verileri.....	41
Tablo 4.9 Sipariş toplama politikaları sınır matris verileri	42
Tablo 4.10 Stok politikaları sınır matris verileri	42
Tablo 4.11 Stok bilgileri-stok bilgileri ilişkisi	43
Tablo 4.12 Stok bilgileri-birim özellikleri ilişkisi.....	43
Tablo 4.13 Stok bilgileri-performans kriterleri ilişkisi	43
Tablo 4.14 Stok bilgileri-sipariş birimi ilişkisi	44
Tablo 4.15 Stok bilgileri-depo türü ilişkisi	44
Tablo 4.16 Stok bilgileri-sipariş özellikleri ilişkisi.....	44
Tablo 4.17 Stok bilgileri-depo sistemleri ilişkisi	45
Tablo 4.18 Birim özellikleri-stok bilgileri ilişkisi.....	45
Tablo 4.19 Birim özellikleri-sipariş birimi ilişkisi.....	45
Tablo 4.20 Performans kriterleri-stok bilgileri ilişkisi.....	46
Tablo 4.21 Performans kriterleri-birim özellikleri ilişkisi	47
Tablo 4.22 Performans kriterleri-performans kriterleri ilişkisi.....	48
Tablo 4.23 Performans kriterleri-sipariş birimi ilişkisi.....	48
Tablo 4.24 Performans kriterleri-sipariş özellikleri ilişkisi	49
Tablo 4.25 Performans kriterleri-depo sistemleri ilişkisi.....	49
Tablo 4.26 Performans kriterleri-sipariş toplama politikaları ilişkisi	50
Tablo 4.27 Performans kriterleri-stoklama politikaları ilişkisi	50
Tablo 4.28 Sipariş birimi-stok bilgileri ilişkisi	51

Tablo 4.29	Sipariş birimi-birim özellikleri ilişkisi.....	51
Tablo 4.30	Sipariş birimi-sipariş özellikleri ilişkisi.....	51
Tablo 4.31	Depo türü-performans kriterleri ilişkisi	52
Tablo 4.32	Depo türü-sipariş birimi ilişkisi	52
Tablo 4.33	Sipariş özellikleri-performans kriterleri ilişkisi.....	53
Tablo 4.34	Sipariş özellikleri-sipariş birimi ilişkisi.....	53
Tablo 4.35	Depo sistemleri-stok bilgileri ilişkisi.....	53
Tablo 4.36	Depo sistemleri-birim özellikleri ilişkisi	54
Tablo 4.37	Depo sistemleri-performans kriterleri ilişkisi	54
Tablo 4.38	Depo sistemleri-sipariş birimi ilişkisi	55
Tablo 4.39	Depo sistemleri-sipariş özellikleri ilişkisi.....	55
Tablo 4.40	Depo sistemleri-sipariş toplama politikaları ilişkisi	56
Tablo 4.41	Sipariş toplama politikaları-birim özellikleri ilişkisi.....	56
Tablo 4.42	Sipariş toplama politikaları-performans kriterleri ilişkisi.....	56
Tablo 4.43	Sipariş toplama politikaları-sipariş birimi ilişkisi.....	57
Tablo 4.44	Sipariş toplama politikaları-sipariş özellikleri ilişkisi	57
Tablo 4.45	Sipariş toplama politikaları-depo sistemleri ilişkisi.....	58
Tablo 4.46	Stok politikaları-stok bilgileri ilişkisi	58
Tablo 4.47	Stok politikaları-depo sistemleri ilişkisi	58
Tablo B.1	Bileşen matrisi	87
Tablo B.2	Ağırlıklandırılmamış süpermatris	88
Tablo B.3	Ağırlıklandırılmış süpermatris	90
Tablo B.4	Limit matris	92

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1 Süreçlere göre maliyetler.....	5
Şekil 2.2 Stratejik seviye depo tasarımı.....	20
Şekil 2.3 Taktik seviye depo tasarımı.....	21
Şekil 2.4 Operasyonel seviye depo tasarımı	23
Şekil 3.1 Geri besleme Ağı.....	26
Şekil 3.2 Kontrol Hiyerarşisi	28
Şekil 3.3 Süpermatris.....	32
Şekil 3.4 Wij blok matris	32
Şekil 4.1 Bileşenler arasındaki etkileşim.....	37
Şekil 4.2 Elemanlar arasındaki ilişkiler	38

DEPO TASARIM SORUNU ANALİZİ: BİR ANALİTİK AĞ SÜRECİ UYGULAMASI

ÖZET

Depoculuk bir kaynaktan gelen malların alınması, müşteri tarafından talep edilene kadar stoklanması ve talep edildiğinde stok konumlarından alınması fonksiyonlarını içerir. Genel olarak depoların ana amacı, karı ve müşteri servis seviyesini artırmaktır.

Depolar yüksek maliyetlere neden olan kaynakların kullanımına gerek duymalarına rağmen ürün konsolidasyonunu sağlamak, üretim ve siparişte ölçek ekonomisinin avantajlarından yararlanmak, katma değer sağlamak, tepki süresini azaltmak gibi mevcut ekonomik ortamda vazgeçilemeyecek birçok önemli hizmet sağlarlar.

Depo, süreçler, kaynaklar ve organizasyon olmak üzere üç farklı açıdan değerlendirilebilir. Depoya ulaşan ürünler sonrasında süreçler olarak adlandırılan bir takım adımlara alınırlar. Kaynaklar, bir depoyu işletebilmek için gerekli ekipman ve personel gibi bütün bileşenleri kapsarlar. Son olarak, organizasyon, sistemin çalışması için kullanılan bütün planlama ve kontrol prosedürlerini içerir.

Depo tasarımının değerlendirilmesi için, iyi tanımlanmış performans kriterlerine ihtiyaç vardır. Depo tasarımı ile ilgili olarak yatırım ve operasyonel maliyetler, yatırımın geri dönüş oranı, esneklik, işlem hacmi, stok kapasitesi, tepki süresi ve sipariş yerine getirme kalitesi kriterlerinden bahsedilebilir. Depo çeşitlerine göre kriterlerin önemi değişiklik göstermektedir. Performans kriterleri tasarım amacı ya da tasarım kısıtları olarak ele alınabilir.

Depo sisteminin tasarımı esnasında çok sayıda stoklama metodu ve elleçleme ekipmanı alternatifi arasından seçim yapmak gerekir. Depo tasarımının ana amacı en uygun stoklama yapısının seçimi, uygun elleçleme ekipmanının seçimi ve depo yerleşiminin kombinasyonunun belirlenmesidir. Depo tasarım problemi stoklanacak ürün çeşitliliğinin fazlalığı, farklı stok alanı ihtiyaçları ve ürün taleplerindeki dalgalanmalar nedeniyle karmaşık hale gelir. Ayrıca, alternatif stoklama metotları ve ekipmanları sayısı tasarım problemini daha karmaşık hale getirir.

Depo tasarımı Stratejik, Taktik, Operasyonel seviyelerde ele alınabilir. Stratejik seviyede süreç akışının tasarımına ve depo sistemlerinin seçimine ilişkin kararlar üzerinde durulur. Taktik seviyedeki kararlar kaynakların

boyutlandırılması, yerleşimin belirlenmesi ve bazı organizasyonel konularla ilgilidir. Operasyonel seviyedeki ana kararlar insan ve ekipmanın atanması ve kontrolü ile ilgilidir.

Stratejik seviye depo tasarımı planlama ve kontrol politikalarının belirlenmesi ve uygun ekipmanların seçilmesi ile ilgili kararların teknik ve ekonomik faktörler göz önünde bulundurularak verilmesini gerektirir. Bu seviyede verilen kararların yapısı nedeniyle bileşenler arasında karşılıklı etkileşimlerin ve geri beslemelerin olduğu gözlemlenmektedir. Bu nedenle çalışmada Analitik Ağ Süreci (AAS) kullanılarak stratejik seviye depo tasarım sorunu analiz edilecektir.

AAS karar verme ölçütleri ve seçenekleri arasında ve kendi içlerinde geri besleme ve bağımlılığa olanak tanıyan bir yaklaşımdır. AAS'de yapılandırma aşamasında karar bileşenleri, bileşenlerin altındaki elemanlar ve aralarındaki etkileşimler belirlenir. Modelleme aşamasında kriterlerin önemleri belirlenerek seçeneklerin kriterlere göre performans değerleri elde edilir. Bu amaçla kullanılan ikili karşılaştırma yöntemi elemanların bağlı oldukları kriterlere olan katkılarıyla ilgili verileri sağlar. Çözüm aşamasında ikili karşılaştırma matrislerinin üstünlük vektörlerinin hesaplanması gerekmektedir. Bileşenler ve elemanlar arasındaki tüm etkileşimlerin hesaplama dahil edilebilmesi için süpermatris yöntemi kullanılmaktadır. Süpermatris genel olarak ağ yapısında mümkün olan tüm ikili karşılaştırmalar sonucu elde edilmiş olan üstünlük vektörlerinden oluşan bir kare matristir. Ağırlıklandırılmış süpermatris matris, süpermatrisin stokastik hale getirilmesi için ağırlıklandırılması ile elde edilen matristir. Sonrasında ağırlıklandırılmış süpermatrisin kuvvetlerini alarak sınır matris elde edilir.

Depo tasarım sorununun AAS ile analizi çalışmasının ilk aşamasında sorununun yapılandırılması gerçekleştirilmektedir. İlk olarak, depo tasarım problemi ile ilgili yazın taraması ve depoculuk konusundaki uzmanlarla yapılan görüşmeler neticesinde depo tasarımına ilişkin bileşenler belirlenmiştir. Bu süreç neticesinde elde edilen bileşenler şunlardır: stok bilgileri, birim özellikleri, performans kriterleri, sipariş birimi, depo türü, sipariş özellikleri, depo sistemleri, sipariş toplama politikaları ve stok politikaları.

Stratejik seviyedeki süreç akışının ve operasyonel politikaların belirlenmesine ilişkin kararlar sipariş toplama politikaları ve stok politikaları bileşenleri ile temsil edilmektedir. Depo sistemlerinin seçimine ilişkin kararlar ise depo sistemleri bileşeni ile ifade edilmektedir. stok bilgileri, birim özellikleri, sipariş birimi, sipariş özellikleri bileşenleri, stratejik seviyedeki bu iki karar grubu ile ilgili kararların verilmesi esnasında göz önünde bulundurulacak verileri içerir. Performans kriterleri bileşeninde, depo tasarımına ilişkin tanımlanmış bir takım performans kriterleri mevcuttur. Depo Türü bileşeninde ise depo türleri yer almaktadır. Depo türlerine göre performans kriterlerinin önemi ve veri bileşenlerinin etkisi değişmektedir.

Yapılandırma aşamasının sonraki adımı, depo tasarımında etkili olan elemanlar arasındaki etkileşimlerin belirlenmesidir. Bu adımda, uzmanlarla görüşülerek ilişkileri belirlemeleri istenmiştir. Bu etkileşimler incelendiğinde oluşan yapının karmaşık bir ağ yapısı olduğu görülmektedir. Son olarak, yapılandırma

aşamasında belirlenen elemanlar ve etkileşimler AAS yöntemi ile karar vermek için hazırlanmış olan “Super Decisions” programına aktarılmıştır.

İkinci aşama modelleme aşamasıdır. Bu aşamada elemanların etkiledikleri kavrama göre ikili olarak karşılaştırmaları yapılabilmesi için sorular hazırlanmıştır. Bu sorular ilaç depoculuğu alanında faaliyet gösteren bir firmada depo faaliyetleri ile ilgili çalışmalar yürüten üç yöneticiye cevaplatılmıştır. Yöneticilerden alınan cevapların geometrik ortalamaları alınarak tek bir veri kümesi elde edilmiştir.

Yapılandırma ve modelleme aşamasında yapılan işlemlerin ardından Super Decisions programında hesaplamalar menüsü kullanılarak bileşen matrisi, ağırlıklandırılmamış süper matris, ağırlıklandırılmış süper matris ve sınır matris elde edilmiştir. Sınır matris verileri incelendiğinde şu yorumlar yapılabilmektedir.

Stok bilgileri arasında en önemli eleman ürün çeşitliliği (%86,32)'dir. İkinci olarak stok seviyeleri (%10,08) ve sonrasında da mal kabul karakteri (%3,60) gelmektedir.

Birim özellikleri bileşeninin eleman önem sıralamasının boyut (%84,91), diğer özellikler (hassaslık, güvenlik vb.) (%9,68) ve ağırlık (%5,41) şeklinde olduğunu görülmektedir.

Performans kriterleri arasında en önemli elemanın tepki süresi (%33,8) olduğu belirlenmiştir. İkinci önem sırasındaki eleman sipariş yerine getirme kalitesi (%21,98)'dir. Diğerleri ise önem açısından esneklik (%10,64), işlem hacmi (%10,37), yatırım maliyeti (%8,10), operasyonel maliyetler (%5,35), yatırımın geri dönüş oranı (%5,35) ve stok kapasitesi (%4,3) olarak sıralanmaktadır.

Sipariş birimi bileşeni içerisindeki elemanlar önem açısından tek-ürün (%46,66), koli (%28,73), palet (%24,61) şeklinde sıralanmaktadır.

Depo türü bileşeni içerisinde önem sıralaması dağıtım deposu (%79,74), imalat deposu (%14,49) olarak belirlenmiştir.

Sipariş özellikleri bileşeni içerisindeki elemanlar önem açısından sipariş miktarı (%67,86), satır sayısı (%18,52) ve günlük sipariş sayısı (%13,62) şeklinde sıralanmaktadır.

Depo sistemleri bileşeni içerisinde en önemli eleman otomatik sistemlerdir (%42,59). Yarı otomatik sistemler (%29,23) ikinci sırada, manuel sistemler (%28,18) ise üçüncü sırada yer almaktadır. Bu sonuçlara göre depo sistemi olarak otomatik sistemlerin seçilmesi önerilebilir.

Sipariş toplama politikaları arasında alan toplama (%39,47), tek-sipariş toplama (%37,43), kitle toplama (% 23,10) şeklinde bir sıralama oluşmuştur. Bu durumda siparişlerin alan toplama politikaları kullanılarak hazırlanması daha uygundur.

Stoklama politikaları arasında ise sınıf-bazlı (%34,91), ithaf edilmiş (%26,04), korelasyonlu (%21,30), rassal (%17,75) önem sıralaması elde edilmiştir. Bu

verilere göre, ürünlerin stok konumlarının belirlenmesinde sınıf-bazlı stoklama politikalarının kullanılması önerilebilir.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler sayesinde depo tasarımında etkili olan elemanların öncelikleri belirlenmektedir. Bu veriler depo sistemi ve politika seçimi ile ilgili kararların verilmesinde ve bu kararlar üzerinde daha etkili olan elemanların belirlenmesinde depo tasarımcısına yol göstermektedir.

İlerideki çalışmalar için farklı sektörler üzerinde uygulamanın yapılması, modele sektör bileşeni eklenerek kriterlerin sektör bazında önem seviyelerinin analiz edilmesi, sorunun modellenmesi esnasında kontrol hiyerarşilerinin kullanılması, taktik ve operasyonel seviye kararların AAS yaklaşımı ile modellenmesi konuları önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Depo tasarımı, Analitik ağ süreci, Çok kriterli karar verme

Bilim Dalı Sayısal Kodu: 605.02.01



ANALYSIS OF WAREHOUSE DESIGN PROBLEM: AN ANALYTIC NETWORK PROCESS APPLICATION

SUMMARY

Warehousing includes the functions of receiving goods from a source, storing them until demanded by customers and retrieving from stock locations when demanded. In general, main objectives of warehouses are maximizing profit and customer service level.

Although warehouses require use of expensive sources, they have many useful services such as product consolidation, realization of economies of scale, value-added processing, response time reduction which can not be vanished under current economic scene.

Warehouses can be evaluated from three different points of view which are processes, sources and organization. Products arriving to a warehouse are taken through a number of steps called processes. Resources comprise all components such as equipment and personnel needed to operate a warehouse. Finally, organization includes all planning and control procedures used to run the system.

In order to evaluate a warehouse design, clearly defined performance criteria are needed. Within the field of warehousing; investment and operational costs, return on investment, flexibility, throughput, stock capacity, response time, order fulfillment quality criteria can be discussed. Importance of a particular criterion depends on the type of the warehouse. These performance criteria can be stated as both design objectives and design constraints.

During the warehouse system design, a selection is made within numerous storage methods and equipment alternatives. The main objectives of warehouse design are selecting the convenient storage method and appropriate handling equipment and determining the warehouse settlement combination. Warehouse design problem gets complicated because of product variety, different storage method needs and changes at product demand. Besides, number of alternative storage methods and equipments make design problem more complex.

Warehouse design can be examined at strategic, tactic and operational levels. At strategic level, decisions related to process flow design and warehouse system selection are considered. Decisions at tactic level concern dimensioning the resources, determination of layout and a number of organizational issues. The

main decisions at operational level concern assignment and control of people and equipment.

Warehouse design at strategic level requires making decisions related to determination of planning and control policies and selection of appropriate equipment by considering technical and economic factors. Because of the structure of decisions at this level, mutual influences and feedbacks are observed between components. Therefore, in this study Analytic Network Process (ANP) is used to analyze strategic level warehouse design problem.

ANP is an approach making possible the feedback and dependency between and within the decision making criterion and alternatives. At structuring phase of ANP, decision components, the elements inside them, and the interactions among them are determined. Performance points of alternatives according to criterion are evaluated at modeling phase by determining the importance of criterion. Pairwise comparison method used for performing this provides data about contribution of the elements to the criterion they are linked with. At solution phase, eigenvectors of pairwise comparison matrices should be computed. Supermatrix method is used in order to include all of the influences between components and elements at the calculations. Supermatrix, in general, is a square matrix composed of the eigenvectors of the pairwise comparison matrices. Weighted supermatrix is the matrix constituted by weighting the supermatrix in order to have a stochastic structure. After this, limiting supermatrix is derived by calculating exponents of weighting supermatrix.

At the first phase of the study of analyzing warehouse design problem with ANP, problem is structured. Firstly, components of warehouse design problem are stated with literature survey and expert interviews. Components composed at this stage are: inventory characteristics, unit characteristics, performance criteria, order unit, warehouse type, order characteristics, warehousing systems, order picking policy and storage policy.

Decisions of determining process flow design and operational policies at strategic level are represented by order picking policy and storage policy components. Decisions related with warehousing systems selection are stated with warehousing system component. Inventory characteristics, unit characteristics, warehouse type, order characteristics components include the data considered when making decisions related to these two decision clusters. There is a number of performance criteria defined for warehouse design in performance criteria component. In warehouse type component, there exist types of warehouses. Relative to the types of warehouses the importance of performance criteria and the influence of data components change.

Next step of the structuring phase is to determine the influences between elements which are effective at warehouse design. At this step, experts are interviewed and they are asked to determine the relations. When these interactions are examined, it is recognized that the structure is a complex network. Last, elements and components determined at structuring phase are input to Super Decisions program which is generated to make decisions with ANP method.

Second phase is the modeling phase. At this phase, questions are prepared for making paired comparisons of elements relative to concepts affected. These questions are answered by three managers working on warehouse operations at a firm which is active at medicine warehousing sector. By performing geometric mean calculations on answers of managers, single data cluster is obtained.

After processes at structuring and modeling phases, clustermatrix, unweighted supermatrix, weighted supermatrix and limiting supermatrix is obtained from Super Decisions under computations menu. When limiting supermatrix data are examined, these outcomes are obtained:

Most important element within inventory characteristics is product variety (%86,32). Second is stock level (%10,08) and afterwards product arrival pattern exist (%3,60).

It is observed that the priority order of unit characteristics component is weight (%84,91), other characteristics (fragility, security etc.) (%9,68) and weight (%5,41).

Response time (%33,8) is determined as the most important element within performance criteria. The element at the second priority order is order fulfillment quality (%21,98). Others are sequenced as flexibility (%10,64), throughput (%10,37), investment cost (%8,10), operational costs (%5,35), return on investment (%5,35) and stock capacity (%4,3) according to priorities.

Elements in the order unit component are sequenced as single-item (%46,66), case (%28,73), pallet (%24,61) according to priority.

The priority sequence is determined as distribution warehouse (%79,74), production warehouse (%14,49).

Elements in the order characteristics are order as number of items (%67,86), number of line items (%18,52), order per day (%13,62) according to priorities.

The most important element in warehousing systems component is automatic systems (%42,59). Semi-automatic systems (%29,23) is at second place, manual systems (%28,18) is at third. According to these results, it can be suggested to select automatic systems as warehousing system.

The sequence between order picking policies is as zone picking (%39,47), single-order picking (%37,43) and batch picking (% 23,10). In this situation it is more appropriate to prepare orders with zone picking policy.

Between storage policies, class-based (%34,91), dedicated (%26,04), correlated (%21,30), random (%17,75) priority sequence is obtained. According to this data, it can be suggested to use class-based storage policy for determining the storage locations for items.

By the data obtained with this study, the priorities of the elements effective at warehouse design are determined. These data guide warehouse designer with decision making about issues related with warehouse system and policies

selection and determining the elements which are more effective over these decisions.

For future studies, making application on different sectors, analyzing the priorities of the elements according to sectors by including sector component in the model, using the control hierarchy when modeling problem, modeling tactic and operational level decisions by ANP approach subjects are suggested.

Keywords: Warehouse design, Analytic network process, Multi criteria decision making

Science Code: 605.02.01



1. GİRİŞ

Stoklama ekonomik faaliyetlerin önemli bir boyutudur. Endüstriyel gelişimin ilk evrelerinde, işçi ücretlerinin düşük olması nedeniyle insan gücü serbestçe kullanılmıştır (Ashayeri ve Gelders, 1985). Alan kullanımındaki, sipariş toplama yöntemlerindeki ve malzeme taşımadaki etkinliğe daha az önem verilmiştir. II. Dünya Savaşından sonra yöneticiler, depo maliyetlerinin azaltılması için faaliyetlerdeki etkinliğin artırılması gerektiğinin farkına varmışlardır. Elleçleme ekipmanı teknolojisindeki hızlı gelişim ve işçilik maliyetlerindeki artışlar nedeniyle yöneticiler depo tasarımı ve depo içi operasyonlarla ilgili uygun kararlar almaya zorlanmışlardır.

Depolar yüksek maliyetlere neden olan iş gücü, sermaye (arsa, stoklama ve elleçleme ekipmanı) ve bilgi sistemine gerek duyarlar. Çoğu depoculuk faaliyeti için maliyetlerden sakınmak mümkün değildir, fakat çeşitli organizasyonel önlemlerle maliyetleri büyük oranda azaltmak olanaklıdır. Depolar mevcut ekonomik ortamda vazgeçilemeyecek birçok önemli hizmet sağlarlar. Bazı faydaları aşağıda belirtilmiştir (Bartholdi ve Hackman, 2003).

Ürün konsolidasyonunu sağlayarak taşıma maliyetlerinin azalmasını ve müşteriye hizmet seviyesinin artmasını sağlarlar. Bir ürünün taşınması esnasında her zaman bir sabit maliyet söz konusudur. Sabit maliyetin amorti edilebilmesi için taşıyıcı kapasitesinin tam kullanılması önemlidir. Depolar sayesinde, bir dağıtıcı, satıcıdan gelen sevkıyatları konsolide ederek daha büyük sevkıyatlar halinde müşteriye taşıyabilir. Aynı zamanda, sevkıyatlar konsolide edildiğinde, müşteriye ulaşmak daha kolay olur. Kamyonlar sınırlı sayıda rıhtım kapısına çizelgelenerek, şoförlerin beklemesi engellenmiş olur. Sonuç sistemin tümü için tasarruftur.

Üretim ve siparişte, ölçek ekonomisinin avantajlarından yararlanmayı sağlarlar. Satıcılar yüksek sipariş miktarında ıskonto imkanı sunabilirler. Buradaki kazançlar ürünün stoklanması maliyetini dengeleyebilir. Benzer şekilde, imalatındaki yüksek

hazırlık maliyetlerinin amorti edilebilmesi için büyük miktarda üretim yapılması gerekebilir. Bu durumda fazlalık ürünlerin stoklanması gerekir.

Son zamanlarda, depoların katma değer sağlaması için yapılan çalışmalar yaygınlaşmıştır. Basit montaj işlemleri gibi katma değer yaratan işlemler depo içerisine taşınmaktadır. Bu sayede firmalar ürünlerdeki farklılaşmaları olabildiğince geciktirerek son ürünün mümkün olduğunca müşteriye uygun olmasını amaçlanmaktadır. Özellikle kişisel bilgisayar üreticileri bu politikayı kullanmaktadırlar. Bu sayede çok çeşitli müşteri talepleri az sayıdaki bileşen ile sağlanabilmektedir. Toplu taleplerin tahmini daha doğru yapılmaktadır. Sonuç olarak, güvenlik stok seviyeleri daha düşüktür. Ayrıca, her kalem daha hızlı hareket ettiğinden toplam stok seviyesi de daha düşüktür. Fiyatlama ve etiketleme işlemleri bir diğer örnektir. Bu işlemlerin mağazalar yerine depolarda elleçleme esnasında yapılması avantajlar sağlamaktadır.

Tepki süresini azaltmak depoların bir diğer önemli faydasıdır. Mevsimsellik gibi tedarik zincirinin kapasitesini zorlayan etmenlerin üstesinden gelebilmek için perakende mağazalarında stoklama yapılır. Depolardaki stoklar sayesinde belli bir dönemde hızla artan taleplere kısa sürelerde cevap vermek olanaklıdır. Ayrıca, taşımada tutarsızlıklar olduğunda tepki süresi sorun olabilir. Taşıma esnasındaki yoğunluk, bürokrasi, hava ve yol koşulları gibi etkenlerden dolayı gecikmeler olabilir. Bu nedenle çevrim süresi uzun ve değişkendir. Uygun yerlere kurulan depolar sayesinde belirsizliklerin üstesinden gelmek ve müşterinin olumsuzluklardan etkilenmesini engellemek olanaklıdır.

Depoların önemli miktarlarda kaynak ihtiyacı duyması ve müşteri hizmet kalitesi açısından önemli avantajlar sağlaması nedeniyle, depo tasarımı firmanın uzun vadeli rekabet stratejisi açısından önemli bir konu haline gelmektedir. Bu nedenle, depo tasarımı firma kaynak kullanımının planlanması ve politikaların belirlenmesi ile ilgili Stratejik, Taktik ve Operasyonel seviyelerde ele alınan bir karardır. Depo tasarımı etkileyen faktörlerin ve alternatiflerin sayısının fazla olması ve aralarındaki kuvvetli ilişkiler nedeniyle sorun oldukça karmaşık bir yapıdadır. Bu çalışmada depo tasarım sorunu analiz edilerek Analitik Ağ Süreci ile modellenmesi üzerinde durulacaktır.

Bölüm 2’de, depo nitelikleri süreç, kaynak, organizasyon açılarından incelenerek bazı açıklamalar yapılmaktadır. Ayrıca, depo tasarımına ilişkin bir takım performans kriterleri ile ilgili tanımlamalar yer almaktadır. Son olarak, depo tasarım sorunu Stratejik, taktik ve operasyonel seviyelerde analiz edilerek tasarım amaçları hakkında bilgiler verilmektedir.

Bölüm3’de Analitik Ağ Süreci ile ilgili genel bilgiler verilmektedir. Yöntemin karar problemlerini yapılandırma, modelleme ve çözümleme ile ilgili sunduğu yaklaşımlar üzerine durulmaktadır.

Bölüm 4’de Stratejik seviye depo tasarım sorununun Analitik Ağ Süreci ile analizi ve bir model önerisi yer almaktadır. Depo Tasarım sorununa ilişkin yapılandırma, modelleme ve çözümleme aşamasında yapılan çalışmalar açıklanmaktadır.

Yapılan çalışma sonuç ve öneriler kısmı ile son bulmaktadır.

2. DEPO SİSTEMİ HAKKINDA BİLGİLER

Temel olarak depolar, dağıtım ve imalat depoları olmak üzere iki grupta incelenebilir (van den Berg ve Zijm, 1999). Dağıtım depoları, farklı tedarikçilerden gelen ürünlerin birtakım müşterilere dağıtılmak üzere toplandığı ve bazen montajlarının yapıldığı depolardır. İmalat deposu, üretim tesisindeki hammadde, yarı-ürün ve son ürünlerin stoklanması görevini üstlenir.

Depoculuk bir kaynaktan gelen malların alınması, müşteri tarafından talep edilene kadar stoklanması ve talep edildiğinde stok konumlarından alınması fonksiyonlarını içerir. Her iki depo türünde depo fonksiyonları aynıdır. Genel olarak depoların ana amacı, karı ve müşteri servis seviyesini artırmaktır (Mulcahy., 1994). Alan, ekipman ve işgücü kaynaklarını en etkin şekilde kullanmak, elleçleme işlemlerini azaltmak, tüm ürünlere ulaşılabilirliği artırmak, ürünlerin hasara uğramasını engellemek, firmanın faaliyet giderlerini azaltmak için gerçekleştirilen çalışmalar ile depolar ana amaçlara ulaşmaya çalışır (Larson ve diğ., 1997).

Depo, niteliklerin belirlenmesi için süreçler, kaynaklar ve organizasyon olmak üzere üç farklı açıdan değerlendirilebilir (Rouwenhorst ve diğ., 2000). Depoya ulaşan ürünler sonrasında süreçler olarak adlandırılan bir takım adımlara alınırlar. Kaynaklar, bir depoyu işletebilmek için gerekli ekipman ve personel gibi bütün bileşenleri kapsarlar. Son olarak, organizasyon, sistemin çalışması için kullanılan bütün planlama ve kontrol prosedürlerini içerir.

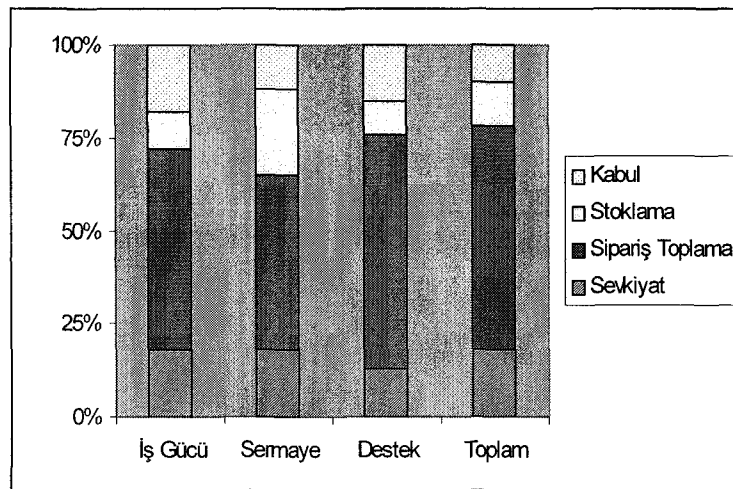
Açıklık için bazı tanımlara da ihtiyaç vardır. Ürün, ticari mal veya stok kalemi (item), Stok Saklama Birimi (SSB; Stock Keeping Unit - SKU) aynı manada kullanılmaktadır. Stok kalemlerinin bir müşteri tarafından talep edilmesi ile oluşan kombinasyona sipariş denir (Mulcahy., 1994). Sipariş toplayıcıların müşteri siparişlerini hazırlanması için düzenlenen iş emirlerine toplama listeleri denilir (Bartholdi ve Hackman, 2003). Toplama listesine yapılan her giriş bir satır, satır

kalemi veya toplama satırı olarak tanımlanır. Siparişe bağılı olarak her satır bir SSB'den birkaç parça alınmasını gerektirebilir.

2.1. Depo Süreçleri

Depoda ürünler yeniden organize edilir ve gruplanır. Ürünler depoya büyük partiler halinde gelir ve depodan daha küçük partiler halinde ayrılırlar. Diğer bir deyişle deponun en önemli faaliyeti büyük yığınlar halinde gelen ürünleri küçük yığınlara ayırarak küçük partiler halinde dağıtmaktır. Örneğin; bazı SSB'ler üretici veya tedarikçiden palet miktarlarında gelebilir, fakat koli halinde dağıtımı yapılabilir. Bazı SSB'ler koli halinde gelebilir, fakat parça halinde dağıtılabilir. Hızlı tüketim mallarında SSB'ler palet miktarlarında gelebilir ve parça halinde dağıtılabilir.

Depolar değişik son müşterilere hizmet vermesine rağmen çoğu depo genel malzeme akış şablonlarına sahiptir (Bartholdi ve Hackman, 2003). Basit olarak, depolar toptan gelen sevkıyatları kabul ederler. Gelen malları çabuk şekilde toplamak için bölümlendirirler. Müşteri taleplerine cevap verirken SSB'leri sınıflandırır ve taleplerde istenilenleri toplar ve müşterilere sevk ederler. Depo faaliyetleri kabul, stoklama, sipariş toplama ve sevkıyat süreçleri olmak üzere dört ana grupta toplanabilir. Bu süreçlerden en maliyetlisi sipariş toplamadır. Şekil 2.1'de süreç bazında maliyetlerin oranları görülmektedir.



Şekil 2.1 Süreçlere göre maliyetler (van den Berg ve Zijm, 1999)

Ürünlerin bu süreçlerden sırasıyla sürekli bir şekilde geçmesi genel bir kuraldır. Her seferinde bir ürünün depoya yerleştirilmesi daha sonra yerinden toplanması anlamına gelir ve bu da çift elleçleme demektir. Bu çift elleçlemeler depodaki binlerce SSB ve binlerce parça düşünüldüğünde dikkate alınması gereken bir maliyet ortaya çıkarır.

Bir başka kural, depodaki varlıkların görülebilirliğini elde etmek için ürünlerin her önemli karar aşamasında kontrol edilmesidir (Bartholdi ve Hackman, 2003). Bu sayede müşteri taleplerine doğru ve hızlı tepki verilmesi sağlanır.

2.1.1. Kabul Süreci

Kabul süreci bir kalemin varması ile ortaya çıkan ilk süreçtir (Rouwenhorst ve diğ., 2000). Ürünler kamyon veya iç taşıma (üretim deposu durumu) ile ulaşırlar. Gelen ürünlerin depoya dağıtımı için ürünler boşaltılır ve sınıflandırılır. Ürünler depoya ulaşınca teslimat onaylanır ve stok kayıtlarına geçirilerek herhangi bir talebi karşılamak için ürünün mevcut olduğunun bilinmesi sağlanır (Bartholdi ve Hackman, 2003). Bu adımda, ürünler muayene edilir, hasar, yanlış sayı ve yanlış tanımlamalar gibi sıra dışı durumlar kaydedilir. Ayrıca, ürünlerin başka stok modülleri ile yeniden paketlenmesi de söz konusu olabilir. Bu işlemlerden sonra ürünler bir sonraki sürece taşınma için beklerler. Bu süreç, siparişlerin ve boşaltmaların deponun diğer aktiviteleriyle eşgüdümlü ve verimli olarak çizelgelenmesine olanak sağlar. Kabul sürecinde işgücü süreci genelde büyük değildir. İşlem maliyetinin yaklaşık olarak %10'unu teşkil eder.

2.1.2. Stoklama Süreci

Stoklama sürecinde kalemler stok konumlarına yerleştirilirler (Rouwenhorst ve diğ., 2000). Stok alanı rezerv (reserve) alanı ve ön-stok (forward) alanı olarak iki bölüme ayrılabilir. Rezerv alanı, ürünlerin en ekonomik şekilde (yığın halinde) stoklandığı yerdir. Ön-stok alanında ise ürünler sipariş toplayıcının kolayca alabileceği şekilde stoklanır. Ön-stok alanındaki ürünler stok modüllerine kolayca ulaşabilmesi için genellikle az miktarda stoklanır. Örneğin, rezerv stoğu palet-raflarından oluşurken ön-stok koli raflarından oluşabilir. Kalemlerin rezerv stoğundan ön-stok alanına taşınması besleme (replenishment) olarak adlandırılır.

Ürünler stok konumlarına yerleştirilmeden önce uygun depolama bölümleri belirlenmelidir (Bartholdi ve Hackman, 2003). Bu işlem çok önemlidir çünkü malların depolandığı yer müşteriler için sevkıyatın ne kadar sürede ve ne maliyetle hazırlanacağını belirleyen önemli bir etkidir. Stok konumlarına yerleştirme sadece ürünün değil stok alanlarının da yönetimini gerektirir. Depolama alanının uygunluğu, büyüklüğü, ağırlık kapasitesi her zaman bilinmelidir.

Mallar yerleştirilirken depolama alanları malın yerleştirildiği yer tanımlanarak kayıtlara geçirilmelidir. Bu bilgi daha sonra sipariş toplayıcıları yönlendirmek için kullanılacak toplama listelerinin etkin şekilde hazırlanması için kullanılır.

Stoklama süreci dikkate değer uzaklıklarda malzeme taşıma gerektirdiğinden daha fazla işgücüne gereksinim duyar. Stoklama süreci işletim giderlerinin yaklaşık %15'ini oluşturur (Bartholdi ve Hackman, 2003).

2.1.3. Sipariş Toplama Süreci

Kısaca, sipariş toplama, stok kalemlerinin stok konumlarından alınıp getirilmesi olarak ifade edilmektedir (Rouwenhorst ve diğ., 2000). Manuel, yarı-otomatik ya da otomatik olarak gerçekleştirilebilir. Bu kalemler sınıflandırma ve/veya konsolidasyon işlemlerine nakledilirler. Konsolidasyon aynı müşteriye gönderilecek olan kalemlerin gruplanması işlemini belirtmektedir.

Müşteri siparişlerinin düzenlenmesi esnasında, deponun müşteri siparişlerini sevk edilebilecek mevcut stoklar ve stokların yetersiz olduğu sipariş kalemlerinin diğer tesislerden temin edilerek tamamlanması bağlamında doğrulaması, değerlendirmesi ve düzenlemesi gerekir (Bartholdi ve Hackman, 2003). Daha sonra deponun sipariş toplayıcıları yönlendirmek için gerekli toplama listelerini oluşturması gerekmektedir. Son olarak gerekli sevkıyat dokümanlarının oluşturulması, sipariş toplama ve sevkıyatların çizelgelenmesi gerekmektedir. Bu işlemler depoların aktivitelerini düzenleyen büyük bir yazılım sistemi olan depo yönetim sistemi tarafından gerçekleştirilir.

Depodaki faaliyet maliyetlerinin %60'ından fazlası sipariş toplama sürecinde ortaya çıkar (van den Berg ve Zijm, 1999). Sipariş toplama kendi içinde Tablo 2.1'deki şekilde ayrılabilir (Bartholdi ve Hackman, 2003).

Tablo 2.1 Sipariş toplamadaki maliyet oranları (Bartholdi ve Hackman, 2003)

İşlem	% Sipariş toplama maliyeti
Gezme	%55
Arama	%15
Çıkarma-Yerleştirme	%10
Kağıt İşleri ve diğer işler	%20

Dikkat edilirse depo operasyon süreçlerinden en maliyetlisi olan sipariş toplamamanın en maliyetli işlemi gezmedir. Bir çok sipariş toplama süreç tasarımı bu üretken olmayan zamanı azaltmaya yönelmiştir.

Manuel sipariş toplamada, her işçiye üzerinde toplanacak SSB'lerin, miktarların ve stok konumlarının yazılı olduğu toplama listesi verilir (Bartholdi ve Hackman, 2003). Sipariş satırları sipariş toplayıcının depo içinde en az yol kat etmesini sağlayacak şekilde sıralanmıştır.

Açık kutu depolama elleçlenecek SSB'lerin çeşitliliği nedeniyle işgücü gerektiren ve otomasyona uygun olmayan bir toplamadır (Bartholdi ve Hackman, 2003). Farklı olarak kutu toplama bazen otomasyonla yapılabilir. Çünkü dikdörtgen şeklinde olan kutular yaklaşık aynı ebatlardadır.

İşgücü maliyeti, toplanıp getirilecek SSB'leri dizmek için harcanan zaman, SSB'leri geri getirmek için gereken zaman ve SSB'lerin bulunduğu yere gitmek için gereken gezme zamanından oluşmaktadır (Bartholdi ve Hackman, 2003). Gezme genel olarak sipariş toplama için gereken işgücünün yarısını oluşturur.

Toplama yüzü iki boyutlu bir yüzeydir (Bartholdi ve Hackman, 2003). Depolama sisteminden SSB'lerin çekilip çıkarıldığı tarafı ifade eder. Bu, SSB'lerin sipariş toplayıcıya nasıl sunulduğudur. Genel olarak, alan başına toplama yüzünde ne kadar çok çeşitli SSB sunulursa her toplama için gereken gezme azalacaktır.

Bir siparişteki toplama yoğunluğu kaba olarak bir siparişin toplanıp hazır hale getirilmesindeki verimliliğini verir (Bartholdi ve Hackman, 2003). Bir koridorda adım başına çok toplama gerektiren bir sipariş ekonomiktir. Bu durumda gezme için değil depodan toplama yapıp getirmek için yapılan işe ödeme yapılmış olur. Diğer

taraftan geniş bir alana yayılmış küçük siparişler toplama yapmak için daha çok yürüme veya gezmeyi gerektirdiğinden daha maliyetlidir.

Toplama yoğunluğu siparişlere bağlı olduğundan doğrudan kontrol etmek olanaklı değildir. Bununla birlikte, toplama yoğunluğu dolaşım esnasında adım başı SSB sayısı yani SSB yoğunluğu yüksek tutularak geliştirilebilir. En çok işlem gören SSB'ler bir araya getirilerek kısmen toplama yoğunluğu artırılabilir. Böylece sipariş toplayıcılar daha küçük bir alanda daha fazla toplama yapabilirler ve bu da daha az gezme ve yürüme anlamına gelir.

2.1.4. Sevkıyat Süreci

Sevkıyat alanında, siparişler kontrol edilir, paketlenir ve son olarak kamyon, tren veya diğer taşıyıcılara yüklenir (Rouwenhorst ve diğ., 2000).

Paketleme iş gücü yoğun bir işlemdir (Bartholdi ve Hackman, 2003). Çünkü müşteri siparişindeki her bir parça elden geçirilmelidir. Fakat bu işlemde yürüme azdır. Her bir parçanın elleçlenmesi sayesinde müşteri siparişlerinin tam ve doğru olması için uygun yeterlilikte zaman sağlanacaktır. Sipariş doğruluğu depoculukta asıl rekabetin gerçekleştiği konudur ve müşteriye hizmetin ana kriterlerinden birisidir.

Paketlemenin bir zorluğu, müşterilerin genel olarak siparişlerini sevkıyat ve elleçleme harcamalarının az olması için siparişlerindeki tüm parçaları olabildiğince az konteynırla almak istemeleridir (Bartholdi ve Hackman, 2003). Bu da siparişlerdeki tüm kalemlerin aynı anda paketlenecek ve sevk edilecek bir bütün olması için gereken dikkatin ve özenin verilmesi gerektiği anlamına gelir. Aksi taktirde sevkıyat bölünecek, paketlemeden önce bekleme olacak veya başka bir parça sipariş olarak paketlenerek gönderilecektir.

Paketlenmiş ürün, müşteri siparişinin sevkıyata hazır olduğunun tanımlanması için kayıt altına alınmalıdır (Bartholdi ve Hackman, 2003). Kayıt altına alma depodan ayrılmak üzere olan müşteriye ait konteynırların taşınmasını ve sevkıyatçının sistemine girmesini başlatır.

Paketleme kalemleri daha az sayıdaki koli veya palet gibi konteynırlarda birleştirdiğinden, sevkıyatta genellikle toplamadan daha büyük birimlerle uğraşılır

(Bartholdi ve Hackman, 2003). Bundan dolayı diğer süreçlerle kıyaslandığında daha az iş gücü gerektiren bir işlemdir. Ürünler taşıyıcı araçlara yerleştirilmeden önce sınıflandırılacaksa biraz dolaşma gerektirebilir.

Sipariş dağıtımının tersi şekilde yerleştirilecekse veya sevkiyat mesafesi uzunsa ürünlerin sınıflandırılması iyi olur (Bartholdi ve Hackman, 2003). Fakat, yükün sınıflandırılması daha çok iş ortaya çıkarır. Çünkü yükün sınıflandırılması yükün ikinci defa elleçlenmesini gerektirir.

Araçların depodan gideceği yerin kayıt altına alınması, sevkiyatın son durumunun müşteriye bildirilmesini sağlayacağı için, oldukça önemlidir (Bartholdi ve Hackman, 2003).

2.2. Depo Kaynakları

Depo faaliyetlerinde kullanılan birçok kaynak mevcuttur (Rouwenhorst ve diğ., 2000). Bu kaynaklar stok birimi, stok sistemi, sipariş toplama ekipmanları, yardımcı ekipmanlar, bilgisayar sistemi, malzeme taşıma ekipmanları ve personel olarak sınıflandırılabilir. Stok birimi, ürünlerin üstüne ya da içine konulması için kullanılır. Paletler, karton kutular ve plastik kutular örnek olarak verilebilir. Stok sistemi, farklı ürünlerin stoklanması için kullanılan birçok alt sistemden oluşabilir. Stok sistemleri çok çeşitlidir. Basit raflardan, ileri otomasyonlu sistemlere, otomatik vinç ve taşıyıcılara kadar geniş bir alana yayılır. Kalemlerin stok sisteminden alınıp getirilmesi manuel olarak ya da toplama ekipmanları vasıtası ile yapılabilir. Sipariş toplayıcıya destek olan diğer ekipmanlar sipariş yardımcıları olarak adlandırılırlar. Bu ekipmanlara örnek olarak barkod tarayıcı verilebilir. Depo yönetim sistemi aracılığı ile süreçlerin bilgisayar kontrolünün yapılabilmesi için kurulacak bir bilgisayar sistemi bir başka depo kaynağıdır. Toplanan kalemleri sevkiyat için hazırlayan malzeme taşıma ekipmanı kaynağı sınıflandırma sistemi, paletleyici ve kamyon yükleyicileri içerir. Son olarak, personel, depo performansı büyük oranda mevcudiyetlerine bağlı olduğu için, önemli bir kaynak teşkil eder.

2.3. Depo Organizasyonu

Tasarım aşamasındaki en önemli karar, süreç akışının tanımlanmasıdır (Rouwenhorst ve diğ., 2000). Örnek olarak, ayrı bir rezerv alanı kurulması kararı, besleme sürecinin depo organizasyonunun parçası olması durumunu ortaya çıkarır. Siparişlerin kitle (batch) halinde toplanması veya toplama alanının bölgelere ayrılması sınıflandırma ve/veya kümeleme sürecini zorunlu kılar.

Depolardaki faaliyetlerin düzenlenebilmesi için tasarım aşamasında her süreç için çeşitli organizasyonel politikalar belirlenir (Rouwenhorst ve diğ., 2000). Sonradan ortaya çıkan kontrol problemleri genellikle tasarım aşamasında verilen kararlardan kaynaklanır.

Kabul sürecinde, atama politikası kamyonların yük boşaltma alanlarına atanmasını gerçekleştirir (Rouwenhorst ve diğ., 2000).

Malların stok konumlarına atanması stok politikaları ile gerçekleştirilir. Literatürde çok çeşitli stok politikalarından bahsedilmektedir. Genel olarak, ithaf edilmiş (dedicated), sınıf-bazlı (class-based), rassal (random) ve korelasyonlu (correlated) stok politikalarından bahsedilebilir. İthaf edilmiş stok politikaları, belli bir stok konumunu planlama dönemi boyunca tek bir ürüne ait birimlerin stoklanması için ayırır. Genel olarak, talep hacmi, stok miktarı veya stok devir hızları değerleri açısından ürünler değerlendirilir (Goetschalckx ve Ratliff, 1990). Bu değerlere göre daha önemli olan ürünler depo malzeme alma/bırakma noktalarına daha yakın konumlara yerleştirilir (Cormier ve Gunn, 1992). Petersen ve Schmenner (1999), hacim bazlı stoklamanın gezme sürelerini önemli ölçüde azalttığını göstermişlerdir. İthaf edilmiş stoklamada malzeme taşıma maliyetleri azalmasına rağmen, her ürün için daha fazla stok alanı gereklidir (Petersen ve Aase, 2003).

Sınıf-bazlı stoklama rassal ve ithaf edilmiş stok politikalarının karışımı niteliğindedir. Ürünler talep, ürün türü, boyutu vb. kriterler göz önünde bulundurularak bir sınıfa atanırlar. Her sınıf belli bir stok konumu bloğunda stoklanır. Belirlenen stok blokları içerisinde ürünün stoklaması rassal yapılıdır (Larson ve diğ., 1997). Eynan ve Rosenblatt (1994), sınıf-bazlı stoklamanın hacim-bazlı stoklama ile neredeyse aynı tasarrufu sağladığını göstermişlerdir.

Rassal stoklamada ürünler stoklama esnasındaki mevcut konumlardan birine rassal olarak stoklanır. Stok konumu kaydedilerek sipariş toplayıcıların yönlendirilmesi için kullanılır (Larson ve diğ., 1997). Rassal stoklama uygulamadaki kolaylık, daha az alan gereksinimi ve tüm toplama koridorlarının etkin kullanımını sağlaması nedenlerinden ötürü birçok depoda tercih edilmektedir (Petersen ve Aase, 2003). Hızlı tüketilen ürünlerin daha az taşıma gerektiren konumlara yerleştirilmesi için çalışılmadığından malzeme taşıma maliyetleri daha yüksektir.

Bir başka stok politikası korelasyonlu stok politikasıdır. Korelasyonlu stok politikaları sıkça aynı siparişte veya aynı zamanda farklı siparişlerde talep edilen ürünlerin yakın konumlarda stoklanmasını öngörür. Bu sayede toplama yoğunluğu önemli ölçüde artmaktadır. Dolayısıyla, toplama süreleri azalır ve işlem hacminde önemli ölçüde artış sağlanır. Dezavantajı, hesaplarda istenilen istatistiksel güvenilirliğin sağlanması için çok fazla veriye ihtiyaç duymasıdır. Ayrıca, aralarında kuvvetli korelasyon bulunan ürünleri boyut, şekil, ağırlık, güvenlik vb. nedenlerden ötürü bir arada stoklamak uygun olmayabilir (Frazelle ve Sharp, 1989).

Stok sistemi ayrı bir rezerv alanına sahipse, rezerv alanı için de bir stok politikası gereklidir (Rouwenhorst ve diğ., 2000). Hangi kalemlerin ne miktarlarda ön-stok alanında bulundurulacağına ve beslemelerin zamanlamasına sırasıyla ön-stok/rezerv ve besleme politikaları ile karar verilir.

Sipariş toplama politikaları hangi SSB'lerin toplama listesine konulacağını ve sırasıyla tek bir sipariş toplayıcı tarafından alınacağını belirler (Petersen ve Aase, 2003). Tek sipariş (Single-order) toplama bir sipariş toplayıcı tarafından bir siparişin tek bir turda toplanmasını sağlar. Kolay uygulanması ve sipariş bütünlüğünün sağlanması nedeniyle tercih edilir.

Kitle toplama (batch picking) farklı siparişlerin bir araya getirilerek aynı anda toplanmasını öneren alternatif bir politikadır (Lin ve Lu., 1999). Bu politika ile toplama yoğunluğunun artırılması sağlanabilir. Gibson ve Sharp (1992) ve De Koster ve diğ. (1999), siparişlerin kitleler haline getirilmesinin toplam sipariş toplama zamanında önemli azalmalar sağladığını göstermişlerdir. Kitle toplama özellikle ürünler birbirine yakın olduğunda tek sipariş toplama politikasına göre önemli tasarruflar sağlar. Bununla birlikte kitle toplama gerektirir. Eğer bir kitle toplama

politikası seçilirse, toplanan siparişlerin sınıflandırılması zorunluluğu ortaya çıkar (Bartholdi ve Hackman, 2003). Sınıflandırma toplarken veya topladıktan sonra yapılabilir. İlk durumda toplayıcılar arkalarında her bir sipariş için bir konteynır taşıdıkları ve topladıkça bu stok kalemlerini sınıflandırmaları gerektiği için daha yavaşlırlar. Stok kalemlerinin toplamadan sonra sınıflandırılması yüksek yönetim, ekipman ve alan maliyetleri gerektiren sınıflandırma ve kümeleme işlemi gerektirir.

Alan toplama (zone picking) stok alanını farklı toplama bölgelerine ayırır (Lin ve Lu., 1999). Sonrasında siparişi parçalayarak bu bölgeler için toplama listelerini oluşturur. Sipariş toplayıcının tek bir bölgedeki SSB'leri toplamaya izin verir. Pakete toplama (pick-to-pack) sistemleri alan toplama örneğidir (Cormier ve Gunn, 1992). Ürünler doğrudan sevkıyat konteynırına konulur ve konteynır bölgelerarasında transfer edilir. Bazı firmalar kitle ve alan politikalarını birleştirerek dalga (wave) toplama yapmaktadırlar (Petersen ve Aase, 2003). Dalga toplamada her toplayıcı kendi bölgesindeki birçok siparişe ait SSB'leri toplamakla görevlendirilir. Depo boyutu arttıkça alan toplama politikalarının önemi daha açık hale gelmektedir. Alan toplama politikası siparişlerin sınıflandırılması ve kümelenmesi işlemi gerektirdiğinden ek maliyetlere neden olur.

Sipariş toplama politikasının seçiminde uygun strateji birçok şeye bağlıdır (Bartholdi ve Hackman, 2003). Bunlardan en önemlisi siparişin hangi çabuklukla işlem göreceğidir. Örneğin toplama işlemine başlamadan tüm siparişler biliniyorsa etkili ve verimli toplama stratejisi planlanabilir. Diğer taraftan siparişler gerçek zamanlı olarak geliyorsa ve toplamının sevkıyat çizelgesine göre yapılması gerekiyorsa planlama ve etkinliği sağlamak için çok az zaman bulunabilir veya hiç zaman bulunmayabilir. Genellikle politika seçimi sipariş özelliklerine göre yapılır (Yoon ve Sharp, 1996). Siparişler talep edilen SSB miktarı ve satır sayısı özellikleri göz önünde bulundurularak sınıflandırılır. De Koster ve diğ. (1999), Yoon ve Sharp (1996) siparişleri gruplara ayırarak sipariş toplama politikalarının seçimi üzerinde çalışmışlardır.

Üçüncü olarak, rotalama politikası sipariş toplayıcının toplama rotasını ve özellikle stok kalemlerinin hangi sıra ile toplanacağını belirler (Petersen ve Schmenner, 1999). Son olarak, bir bekleme noktası (dwell point) politikası ile boştaki sipariş toplama ekipmanının pozisyonu belirlenebilir.

Eğer bir konsolidasyon ve sınıflandırma süreci mevcutsa, siparişler bir sınıflandırma şeriti (lane) atama politikası ile çıktı şeritlerine atanırlar (Rouwenhorst ve diğ., 2000).

Sevkiyat sürecinde, siparişler ve kamyonlar yükleme/boşaltmanın yapıldığı dok (dock) alanına bir dok atama politikası ile tahsis edilirler.

Son olarak, görevlerin operatör ve ekipmana tahsis edilmesi operatör ve ekipman atama politikası ile gerçekleştirilir.

2.4. Depo Performans Kriterleri

Depo tasarımının değerlendirilmesi için, iyi tanımlanmış performans kriterlerine ihtiyaç vardır (Rouwenhorst ve diğ., 2000). Depolarla ilgili alanlarda şu kriterlerden söz edilebilir: yatırım maliyeti, operasyonel maliyetler, yatırımın geri dönüş oranı (Return on Investment - ROI), esneklik, işlem hacmi (throughput), stok kapasitesi, tepki süresi ve sipariş yerine getirme kalitesi (doğruluk). Bu bölümde kriterlerden daha detaylıca bahsedilecek ve çeşitli tasarım seviyeleri ve farklı çevrelerle ilişkilendirilecektir.

Yatırım maliyetleri arsa, bina, ekipman ve stoklama sistemi (palet rafı, koli rafı vb.) maliyetleri gibi yapılan tasarıma ilişkin maliyetleri içerir (Park ve Webster, 1989). Operasyonel maliyetler ise işçi ücretleri, bakım giderleri, yakıt ve elektrik masrafı gibi işletme faaliyet maliyetlerini içermektedir. Bu iki maliyet parametresi genellikle Net Şimdiki Değer maliyet performans kriteri altında birleştirilir (Rouwenhorst ve diğ., 2000). Net Şimdiki Değer yatırımın şimdiki değerini sunar. Gelecekte oluşması planlanan maliyetler ve karlar çıkarılmıştır .

Yatırımın geri dönüş oranı bir diğer maliyet performans kriteridir (Frazelle, 1985). Yatırımın sağlayacağı tepki süresi ve pazar taleplerine duyarlılık sayesinde elde edilecek rekabet avantajı ve beklenen karlar göz önünde bulundurularak değerlendirilir.

Esneklik, yeni şartlara uyum sağlayabilme yeteneğidir (Frazelle, 1985). Malzeme taşıma ekipmanları yeni ürünlere ve talep hacimlerindeki değişimlere uyum sağlayabilmelidir. Farklı hızlarda, çalışabilmesi farklı yükleri taşıyabilmesi ve farklı

güzergahlarda faaliyet gösterebilmesi değişen şartlara cevap verebilmesi için önemlidir.

İşlem hacmi, birim zamanda stoklanacak ve stok konumundan alınacak yük sayısıdır (Ashayeri ve van Wassenhove, 1985). Depodaki faaliyetlerin yoğunluğuna bağlı olarak değişen işlem hacmi gereksinimine ekipmanların cevap verebilme kapasitesi olarak tanımlanabilir.

Stok kapasitesi, planlama dönemi boyunca depoda stoklanacak ürünlerin stoklanması için gereken alan ihtiyacını tanımlamaktadır (Rouwenhorst ve diğ., 2000). Stok miktarlarının yüksek olduğu durumlarda stok kapasitesi ihtiyacı daha fazladır.

Tepki süresi, depo sistemine bir siparişin girişinden itibaren siparişlerin sevkıyat aracına yerleştirilmesine ve sevkıyata hazır hale getirilmesine kadar geçen süredir (Bartholdi ve Hackman, 2003). Tepki süresinin düşürülmesi iyidir, çünkü siparişin elimizden müşteriye ulaşması hızlanacak, bu da servisi ve tepki verebilirliği artıracaktır.

Sipariş yerine getirme kalitesi, bir diğer tasarım kriteridir. Bir siparişe yanlış cevap vermek sadece müşterinin operasyonlarına zarar vererek müşteriye sıkıntı vermez, aynı zamanda geri dönüşlere de sebep olur (Bartholdi ve Hackman, 2003). Geri dönüşler bir malın sevkıyatından on kat daha maliyetlidir. Bu maliyetlerden kaçınmak için sipariş yerine getirme kalitesi sağlanması için gerekli önlemler alınmalıdır.

Depo çeşitlerine göre kriterlerin önemi değişiklik göstermektedir. Dağıtım depoları dış müşterilerin çok sayıdaki sipariş satırından oluşan siparişlerini sağlamaya çalışır. Dağıtım deposundaki ürün çeşitliliği fazla, sipariş satırlarındaki miktarlar az olabilir. Bu durum genellikle karmaşık ve maliyetli bir sipariş toplama sürecine neden olur. Bu yüzden, dağıtım depoları genellikle düşük maliyetli sipariş toplama için optimize edilirler. Önemli tasarım kriteri, minimum yatırım ve operasyonel giderleri ile ulaşılabilecek maksimum işlem hacmidir (Rouwenhorst ve diğ., 2000). Bir diğer önemli kriter yatırımın geri dönüş oranı'dır. Bu kriterler öncelikle stratejik ve taktik seviyelerde dikkate alınırlar. Sıkça, istenen işlem hacmi ve gerekli olan kısa tepki süresi kombinasyonları bir takım teknik sorunlara yol açabilir ve otomatik sistemlerin kullanımını zorunlu kılar.

Üretim depolarında iç müşteri talepleri (bir imalat veya montaj hattı) için hammadde, yarı-ürün ve son ürünler stoklanır. Hammaddeler ve son ürünler uzun dönem depolanabilir. Bu durum tedarik edilen parçaların miktarı üretim miktarından fazla veya üretim miktarı müşteri talebinden fazla olduğunda ortaya çıkar. Malların uzun dönemler depolanması maliyet açısından verimli olmalıdır. Genellikle, palet rafı gibi büyük miktarlarda pahalı olmayan bir stok sisteminde yapılır. Önemli tasarım kriteri stok kapasitesidir (Rouwenhorst ve diğ., 2000). Ana tasarım amaçları düşük yatırım ve operasyonel maliyetlerdir. Yarı-ürün depolanması farklı gereksinimleri vardır, genellikle talep önceden bilinmez ve üretimdeki aksamaları önlemek için depodan temini hızlı olmalıdır. Bu durum sipariş talebi ve tamamlanması arasındaki süreye ilişkin tepki süresi gibi bir tasarım kısıtını gerektirir.

Performans kriterleri tasarım amacı ya da tasarım kısıtları olarak ele alınabilir. Bir kriteri kısıt olarak tanımladığımızda, önceden belirlenmiş bir hedef değere ulaşılması beklenir. Hedef kriter değerlerine bağlı olarak düzenlenen kısıtlara ek olarak, bir takım teknik veya fiziksel kısıtlar formüle edilir. Yatırım maliyetlerindeki ağır kısıtlamalar geleneksel bir depo tasarımına neden olabilir.

2.5. Depo Tasarımı

Depo sisteminin tasarımı esnasında çok sayıda stoklama yöntemi ve elleçleme ekipmanı alternatifi arasından seçim yapmak gerekir. Depo tasarımının ana amacı en uygun stoklama yapısının (blok istif, derin raf stoklama, AS/RS vb.) seçimi, uygun elleçleme ekipmanının seçimi ve depo yerleşiminin kombinasyonunun belirlenmesidir. Genel tasarım yaklaşımı arsa, bina, ekipman, işçi, bakım, servis vb. elemanların maliyetlerine ve faydalarına ilişkin bir takım analizler yaparak karar vermeyi gerektirir (Ashayeri ve Gelders, 1985). Aynı zamanda, süreçlere ilişkin SSB'lerin nasıl toplanacağı, SSB'lerin nasıl stoklanacağı ve araçların nasıl rotdalanacağına dair süreç kararlarını göz önünde bulundurulur (Petersen ve Aase, 2003).

Depo tasarımı hiyerarşik yapıdadır. Tasarım hedefleri genellikle performans ihtiyaçları olarak belirtilirler ve sonradan fonksiyonel ihtiyaçlara dönüştürülürler (Yoon ve Sharp, 1996). Depo tasarım problemi stoklanacak ürün çeşitliliğinin

fazlalığı, farklı stok alanı ihtiyaçları ve ürün taleplerindeki dalgalanmalar nedeniyle karmaşık hale gelir (Larson ve diğ., 1997). Ayrıca, alternatif stoklama yöntemleri ve ekipmanları sayısı tasarım problemini daha karmaşık hale getirir.

Tasarım süreci genel olarak kavram, veri toplama, fonksiyonel özellikler, teknik özellikler, ekipman seçimi, yerleşim ve planlama-kontrol politikaları seçimi gibi bir takım ardışık safhalar boyunca devam eder. Alternatif olarak, tasarım aşamasındaki kararlar stratejik, taktik ve operasyonel seviyeler olarak belirtilebilir (van den Berg, 1999). Örneğin, süreç akışı ve otomasyon seviyesi ile ilgili kararlar genel olarak fonksiyonel ve kısmen teknik özelliktedir ve stratejik yapıdadırlar. Ayrıca, temel stok sistemlerinin seçimi stratejik bir karardır, bu sistemlerin boyutlandırılması ve yerleşiminin belirlenmesi taktik kararken, detaylı kontrol politikaları operasyonel seviyeye aittir. Depo tasarımı esnasında ortaya çıkan çoğu karar problemi açıkça birbiriyle ilişkilidir, fakat belirtilen hiyerarşik yapı ile kararların boyutu (uzun, orta, kısa vadeli) sergilenmektedir. Üst seviyede seçilen çözümler alt seviye tasarım problemleri için kısıtları teşkil etmektedir.

Kısıtlı ayrıntı ile başlayarak, kaba bir tasarım ortaya çıkarılır ve ardından gelen safhalarda bu tasarım iyileştirilir. Bu aynı zamanda tımdengelim yaklaşımı olarak da bilinir. Bu yaklaşım tümevarım yaklaşımının zıttıdır. İdeal tasarım yöntemi belli bir seviyedeki ilişkili problemleri kümeler ve çeşitli alt problemleri bir takım iyi tanımlanmış performans kriterlerine ulaşma çabası içinde sırasıyla optimize ederek global optimuma ulaşmaya çalışır. Alt problemler arasındaki ilişkilerin farkında olmak kısmi optimum çözümlerden sakınmak için önemlidir.

Bu bölümde çeşitli tasarım seviyelerinde ortaya çıkan problemler üzerinde durulmuştur. Her seviye için, problemler süreç, kaynaklar ve organizasyon perspektifinde değerlendirilmiştir.

2.5.1. Stratejik Seviye

Stratejik seviye kararları uzun vadeli kararlardır. Firma kaynaklarının kullanımının, uzun vadeli rekabet stratejisini destekleyecek şekilde planlanması ve politikaların belirlenmesi ile ilgilidir (van den Berg, 1999). Bu kararlar genellikle büyük yatırımlar gerektirirler. Stratejik seviyedeki karar problemleri, süreç akışının

tasarımına ilişkin kararlar ve depo sistemlerinin seçimine ilişkin kararlar olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Süreç akışının ve operasyonel politikaların belirlenmesinde sipariş özellikleri göz önünde bulundurulur (Yoon ve Sharp, 1996). Depolama sistemlerinin ve ekipmanların seçiminde ise ürün kategorilerine ilişkin veriler kullanılır. Ürün kategorileri aktivitelerdeki benzerlikler, talep miktarları, ürün özellikleri ve müşteri türlerine bağlı olarak oluşturulur.

Süreç akış tasarımı gerekli süreçleri tanımlar. Temel süreçler kabul, stoklama, sipariş toplama ve sevkiyat aşamalarından oluşur. Teknik kavramların ve ekipmanların seçiminde ani etkileri olacak ek süreçler içerilebilir. Örneğin, sınıflandırma süreci siparişlerin kitle ve sınıflandırılması için gerekli olabilir, sınıflandırma sistemi gerektirir. Ön-stok/rezerv besleme sisteminin bulunması, toptan stoklama ve sipariş toplama alanlarını gerektirir.

Stratejik seviyede depo sistemi türü seçimi depolama sistemi ve sınıflandırma sistemi gibi yüksek yatırımli sistemlerle ilgilidir. Bir sürecin seçimi belirli sistemlerin bulunmasını gerektirir, fakat tersi de doğrudur. Örneğin, sınıflandırma süreci sadece ürünleri taşıma kapasitesine sahip bir sistemin var olması durumunda seçilmelidir. Bu yüzden bu iki karar grubu ilişkilidir. Bununla birlikte, seçim sürecinin tamamı, teknik özelliklerle ilgili kararlar ve ekonomik faktörlerle ilgili kararlar olmak üzere iki sıralı karar problemine ayrılabilir.

İlk problem teknik özellikler ile ilgilidir. Stoklama birimi, stok sistemi ve ekipman, ürünler ve siparişler için uygun olmalıdır ve birbiriyle çakışmamalıdır. Bu depo tasarım problemi hem süreç akış tasarımı hem de depo sistemi tipi seçimi ile alakalıdır. Bu problemin ana veri kaynağı ürün ve depo sistemleri özellikleridir. Tasarım probleminin çıktısı hangi sistem kombinasyonunun teknik olarak ürün taşıma yeteneğine sahip olduğu ve performans kısıtlarını sağlayacağını belirtir. Bu nedenle, çıktı belirli bir sistem veya bazı alternatifler değil, teknik ve özellikle işlem hacmi, tepki süresi ve stok kapasitesi gibi performans ihtiyaçlarını karşılayan bir takım olası depo sistemi kombinasyonlarıdır.

İkinci depo tasarım problemi, süreç akışının tasarımı ve depo sisteminin seçimini ekonomik faktörleri göz önünde bulundurarak gerçekleştirmektir. Bu aşamada, teknik özellikler göz önünde bulundurularak seçilen bir takım sistem

kombinasyonlarının minimum yatırım ve operasyonel maliyetler ile optimizasyonu amaçlanır.

Aşağıdaki gözlemler farklı kararların arasındaki ilişkiler düşünülerek yapılabilir (Rouwenhorst ve diğ., 2000).

-Depo yatırım maliyetleri kaynakların sayısı ile hesaplanır.

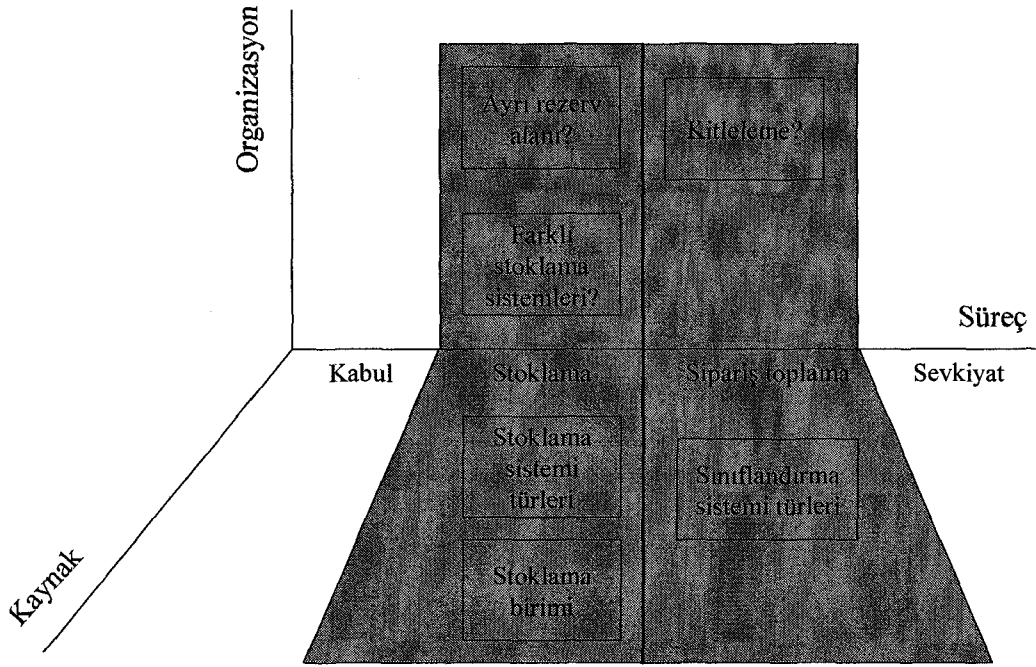
-Depo stok kapasitesi stok sisteminin tipi ve boyutları ile hesaplanır. Stok politikası, önemi az bir etkiye sahiptir.

-Deponun maksimum işlem hacmi kısmen kaynakların tipi ve boyutları ile ilgilidir. Çok sayıda başka faktörler maksimum işlem hacmini etkileyebilir: ayrı rezerv alanı kararı, stok politikası, kitle politikası, rotalama politikası, atama politikası (personel ekipman ve dok)

-Depo tepki süresi kısmen maksimum işlem hacmiyle ilgili faktörlerle hesaplanır. Bununla birlikte, bölgeleme politikası, sınıflandırma politikası ve bekleme noktası politikası gibi bir takım başka organizasyonel kararlardan da etkilenirler.

Bu gözlemler stratejik seviyedeki farklı karar problemleri arasındaki kuvvetli ilişkilerin bir kez daha altını çizmektedir. Bu problemler bu yüzden tek bir karar problemi gibi aynı anda çözülmelidir. Pratik nedenlerden ötürü bazı ayrıştırmalar kaçınılmaz görünmektedir, fakat herhangi bir ayrıştırma halinde bile ilişkilerin modellenmesi açıkça önemlidir.

Şekil 2.2’de süreç, kaynak, organizasyon eksenleri üzerinde bir takım stratejik seviye kararları listelenmektedir. Gölge bölgedeki tüm karar problemleri ilişkilidir. Bu seviyedeki her bir karar alt seviyeler için bir kısıt ve ilave gereksinimler ortaya koymaktadır. Örneğin, ayrı bir rezerv alanı kullanılması kararı, taktik seviyede rezerv alanının boyutlandırılmasını, operasyonel seviyede besleme politikalarının tanımlanmasını gerektirir.



Şekil 2.2 Stratejik seviye depo tasarımı (Rouwenhorst ve diğ., 2000)

2.5.2. Taktik Seviye

Taktik tasarım seviyesinde, bir takım orta vadeli kararlar stratejik kararların çıktılarına bağlı olarak verilir. Taktik kararlar stratejik kararlara göre daha az etkiye sahiptir, fakat yine de bazı yatırımlar gerektirdiklerinden pek sık gündeme getirilmemelidirler. Teknik kararlar kaynakların (stok sistemi boyutları ve çalışan sayısı) boyutlandırılması, yerleşimin belirlenmesi ve bazı organizasyonel konularla ilgilidir.

Taktik seviyede ortaya çıkan ve aynı anda analiz edilmesi gereken problem kümeleri şunları içerir (Rouwenhorst ve diğ., 2000):

- Toplama bölgelerinin boyutlandırılması ile ilgili organizasyonel problemler ve ABC bölgeleri, besleme politikalarının ve kitle ölçülerinin belirlenmesi ve stoklama kavramının seçimi (rassal, ithaf edilmiş, sınıf-bazlı).

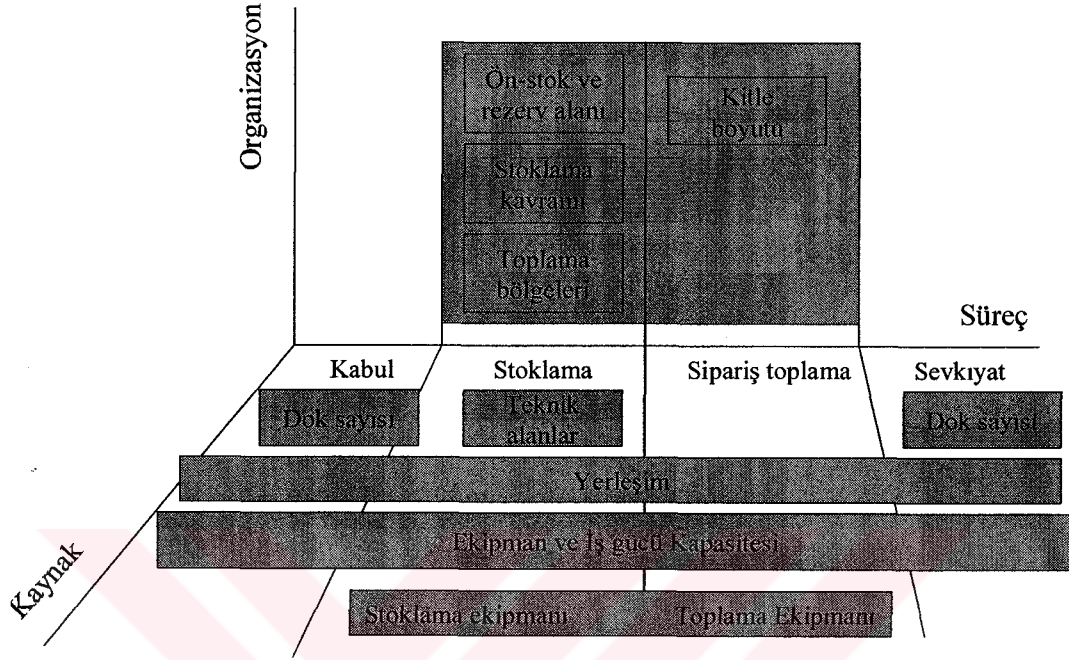
- Ön-stok/rezerv alanlarını içerecek şekilde stok sisteminin boyutlarının belirlenmesi,

- Dok alanlarının boyutlarının belirlenmesi

- Malzeme taşıma ekipmanı sayısının belirlenmesi

-Sistemin tamamının yerleşiminin gerçekleştirilmesi

-Personel sayısının belirlenmesi



Şekil 2.3 Taktik seviye depo tasarımı (Rouwenhorst ve diğ., 2000)

Taktik seviyedeki tasarım problemleri ve ilişkileri Şekil 2.3’de gösterilmektedir. Koyu renkli bölgelerde yer alan kararlar birbirleri ile ilişkilidir. Problemler arasındaki ilişkiler stratejik seviyedekilerden güçsüzdür. Bununla birlikte, stok politikasını oluşturan farklı stok kuralları arasında kuvvetli ilişkiler vardır. Ayrıca, stok politikaları diğer organizasyonel politikalarla, hepsi deponun maksimum işlem hacmini etkilediği ve bağımsız olarak optimize edilemeyeceğinden, ilişkilidirler.

Bütün bu tasarım problemleri işlem hacmi, tepki süresi ve stok kapasitesi gibi performans kriterlerini ilave yatırım ve operasyonel maliyetleri minimize ederken, optimize ederler. Operasyonel maliyetleri minimize etmek pratikte gerekli iş gücünü kısımayı gerektirir. Bu seviyedeki problemlerin çıktılarının operasyonel seviyede çözülecek diğer problemler üzerinde önemli etkilerinin olduğu açıkça görülmektedir.

2.5.3. Operasyonel Seviye

Operasyonel seviyede, süreçler üst seviyelerde alınan stratejik ve taktik kararların koyduğu kısıtlara göre gerçekleştirilir. Farklı süreçler arasındaki arabirimler stratejik ve taktik seviyedeki tasarım problemleri tarafından ele alındığından, operasyonel seviyede politikalar daha az etkileşime sahiptir ve bağımsız olarak analiz edilebilirler. Bu seviyedeki ana kararlar insan ve ekipmanın atanması ve kontrolü ile ilgilidir. Operasyonel seviyede stok süreci ile ilgili kararlar (Rouwenhorst ve diğ., 2000):

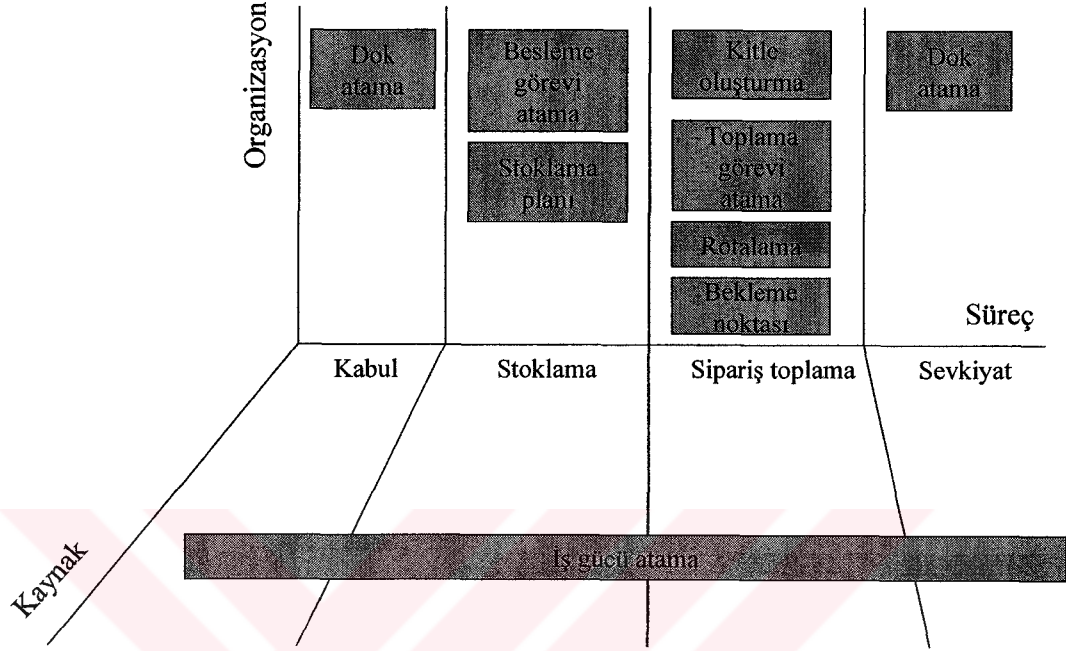
- Besleme görevlerinin personele atanması
- Taktik seviyede belirlenen stoklama kavramına bağlı olarak boş stok konumlarının gelen ürünlere tahsis edilmesi

Sipariş toplama süreci ile ilgili kararlar:

- Taktik seviyede belirlenen kitle boyutları doğrultusunda, kitle oluşturma ve sipariş sıralama
- Toplama görevlerinin sipariş toplayıcılara atanması
- Her siparişteki toplamaların sıralanması (rotalama)
- Boştaki sipariş toplama ekipmanı için bekleme konumu seçimi
- Ürünlerin sınıflandırma şeritlerine atanması

Son olarak, kabul ve sevkiyat alanlarındaki doklara kamyonların atanması da bir kontrol kararıdır.

Şekil.2.4 de operasyonel seviyedeki karar problemleri süreç, kaynak ve organizasyon açısından süreçler bazında incelenmektedir. Kararlar genel olarak ile kaynakların atanması ile ilgilidir.



Şekil 2.4 Operasyonel seviye depo tasarımı (Rouwenhorst ve diğ., 2000)

Görüldüğü gibi stratejik, taktik ve operasyonel seviye kararları arasındaki kuvvetli hiyerarşik ilişki vardır. Ek olarak, stratejik seviyedeki birçok problem birbiriyle ilişkili görülmektedir. Daha az kapsamlı olarak bu taktik seviye için de geçerlidir. Operasyonel seviyede ise kararlar genellikle bağımsız olarak düşünülürler.

3. ANALİTİK AĞ SÜRECİ

Karar sorunlarının karar vericinin kapasitesini zorlayan karmaşık yapısının üstesinden gelmek için kullanılan yöntemlerden biri Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS; Analytic Hierarchy Process)'dir. Saaty tarafından geliştirilmiş olan bir çok kriterli karar verme yöntemidir (Saaty, 1994). AHS, karar sonucuna etkisi olan faktörleri, hiyerarşiler şeklinde organize eden bir sorun çözme yapısıdır. Bu karar verme süreci insanoğlunun, ikili karşılaştırmalar yoluyla göreceli büyüklükleri tahmin etmek için bilgiyi ve tecrübeyi kullanma kabiliyetine dayanmaktadır.

AHS, farklı faktörleri aynı anda ele alıp, sayısal değiş-tokuş işlemleri yaparak bir sonuca varmaya çalışan, tümevarımsal ve tüm dengelimsel düşünmeye olanak tanıyan, doğrusal olmayan bir karar verme yöntemidir.

Birçok karar sorunu hem sübjektif hem de objektif etkenler içermektedir (Saaty, 1996). AHS hem sübjektif hem de objektif etkenleri soruna dahil ettiğinden birçok karar verme yöntemine göre daha gerçekçi bir yöntemdir.

AHS her sorun için amaç, kriter, olası alt kriter seviyeleri ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model kullanır. Karışık, anlaşılması güç veya yapılaşmamış sorunlar için genel bir yöntemdir. Hiyerarşilerin oluşturulması, üstünlüklerin belirlenmesi, mantıksal ve sayısal tutarlılık prensipleri üzerine kurulmuştur. (Topçu, 2000).

Hiyerarşinin tüm parçaları birbirleri ile ilgilidir ve bir faktördeki değişimin diğer faktörleri nasıl etkilediği kolayca görülebilir. AHS'nin hiyerarşik yapısındaki bu esneklik ve etkinlik karar vericiye karar sürecinde çok yardımcı olur. Kararları bu yapıda kurarak; birçok veri türü bir araya getirilebilir, performans seviyelerindeki farklılıklar birbirine uygun hale getirilebilir ve farklı gözükten nesneler arasında karşılaştırma yapılabilir (Topçu, 2000)

Nicel karar verme tekniklerinin kullanılabilmesi için sorunu basitleştirme varsayımları, karar ortamında var olan karmaşık durumları, özellikle kararda stratejik faktörler de etkiliyse, doğru biçimde yansıtmamaktadır (Saaty, 1988).

Verilen kararların daha gerçekçi olması için karar modellerinin önemli somut ve soyut, niceliksel ve niteliksel faktörleri de içermesi ve ölçmesi gerekmektedir. Bu karmaşık sorunların modellenebilmesi için Saaty AHS'yi ortaya çıkarmıştır. Daha sonra ise AHS yaklaşımının daha genel bir şekli olan, karar verme ölçütleri ve seçenekleri arasında ve kendi içlerinde geri besleme ve bağımlılığa olanak tanıyan, dolayısıyla karmaşık karar çevrelerinin daha doğru bir şekilde modellenebildiği bir yaklaşım ortaya konmuştur (Pamukçu, 2003). Bu teknik ise Analitik Ağ Süreci (AAS; Analytic Network Process) olarak adlandırılmıştır.

Birçok karar sorunu hiyerarşik bir biçimde yapılandırılmaz, çünkü sorunda üst seviyedeki elemanların alt seviyedeki elemanlarla etkileşimleri ve karşılıklı bağımlılıkları söz konusudur. (Saaty, 1996)

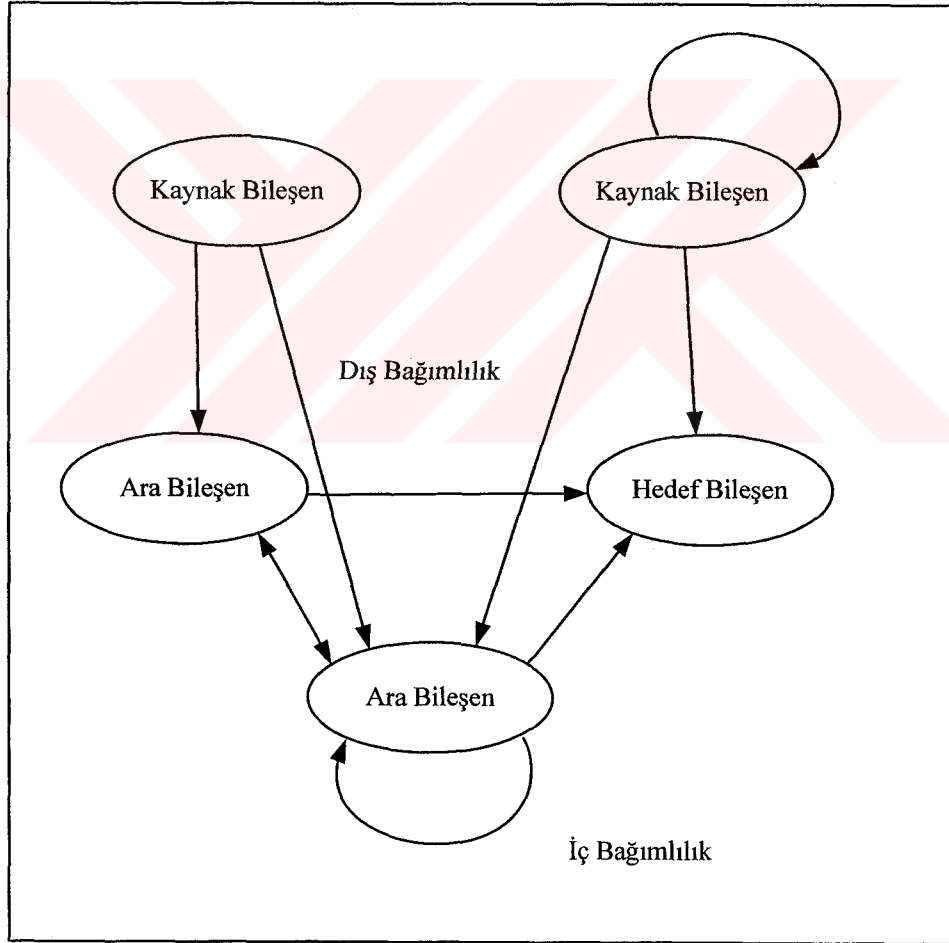
AAS, üst seviyedeki elemanların alt seviyedeki elemanlardan ya da aynı seviyedeki elemanların birbirlerinden bağımsız oldukları varsayımı yapmadan karar verebilmek için oluşturulmuş genel bir yapıdır. AAS, hiyerarşik düzende olduğu gibi seviyelerden oluşan bir yapı yerine karmaşık ilişkileri barındırabilen bir ağ yapısındadır (Saaty, 1999).

3.1. AAS'de Sorunun Yapılandırılması

AAS'de bir karar sorununun gösteriminde ayrıntılı yapıların kullanılması önemlidir (Saaty, 1994). Verilen kararın geçerliliği, kullanılan çözüm yöntemine bağlı olduğu kadar oluşturulan yapının ve yapıdaki ilişkilerin zenginliğine ve doğruluğuna da bağlıdır. AAS'de sorunlar ağ biçiminde yapılandırılırlar. Genel olarak, bir ağ, belirli bir varlığa göre elemanların başka elemanlar üzerindeki etkilerinin dağılımıyla ilgilidir.

AAS'de karar bileşenlerinin (components), elemanlarının (elements) ve aralarındaki etkileşimleri göstermek üzere bağlantıların belirlenmesi ve bir diyagram ile gösterilmesi gereklidir (Saaty, 1996). Bu amaçla çizgeler (graph) kullanılmaktadır.

Çizge teorisinde düğüm diye adlandırılan birleşme noktaları AAS’de bileşen olarak adlandırılmaktadır. Elemanlar ise bu bileşenleri oluşturan alt unsurlardır. Bir ağ yapısında, Şekil 3.1’de de görülebileceği gibi üç tür bileşenden söz edilebilir (Saaty, 1994). Kaynak bileşen denilen ilk tür ağdaki hiçbir başka eleman tarafından etkilenmeyen, dolayısıyla bu bileşene doğru yönelmiş okların olmadığı bileşenlerdir. Ağ yapısında birden fazla olabilen bu bileşenler amacı veya kriterleri temsil edebilir. İkinci tür bileşenler ara bileşenlerdir. Bunlar hiyerarşik yapıdaki alt kriterleri temsil edebilir. Ağ yapısında ara bileşenlerin etkilendiği ve kendilerinin etkilediği başka bileşenler vardır. Üçüncü tür ise yalnız diğer bileşenler tarafından etkilenen hedef bileşendir. Bu bileşen de hiyerarşik yapıdaki seçenekleri temsil edebilir.



Şekil 3.1 Geri besleme Ağı (Saaty, 1996; s:78)

AAS’deki temel kavram “etki”dir. Geribesleme ağındaki okların yönleri bağımlılığı ortaya koyar. Ok yönü etkileyen bileşenden etkilenen bileşene doğrudur. AAS

yaklaşımında, bileşenler ve elemanları arasında karşılıklı bağımlılıklar da söz konusu olduğundan, grafiksel gösterim bileşenler arasında iki yönlü oklar içerebilir. Eğer bir bileşenin veya elemanlarının kendi içlerinde bağımlılıkları söz konusu ise bu durum bileşenden çıkan bir okun yine aynı bileşene dönmesi ile gösterilir. Geri beslemelerin olduğu gerçek hayat problemlerinde bileşenler tanımlara göre net bir şekilde sınıflandırılmazlar.

Yapılandırma sürecinde önemli olan bir konu oluşturulan kümelerdeki veya seviyelerdeki elemanların sayısının, Miller'in teoremine dayanarak beş ila dokuz arasında olmasıdır (Saaty, 1994). Ağ yapılarında aynı kümedeki elemanların mümkün olduğunca homojen olması, yani aralarındaki farkların çok büyük olmaması dikkat edilmesi gereken diğer bir konudur. Bu sayede daha anlamlı karşılaştırmalar yapılabilir.

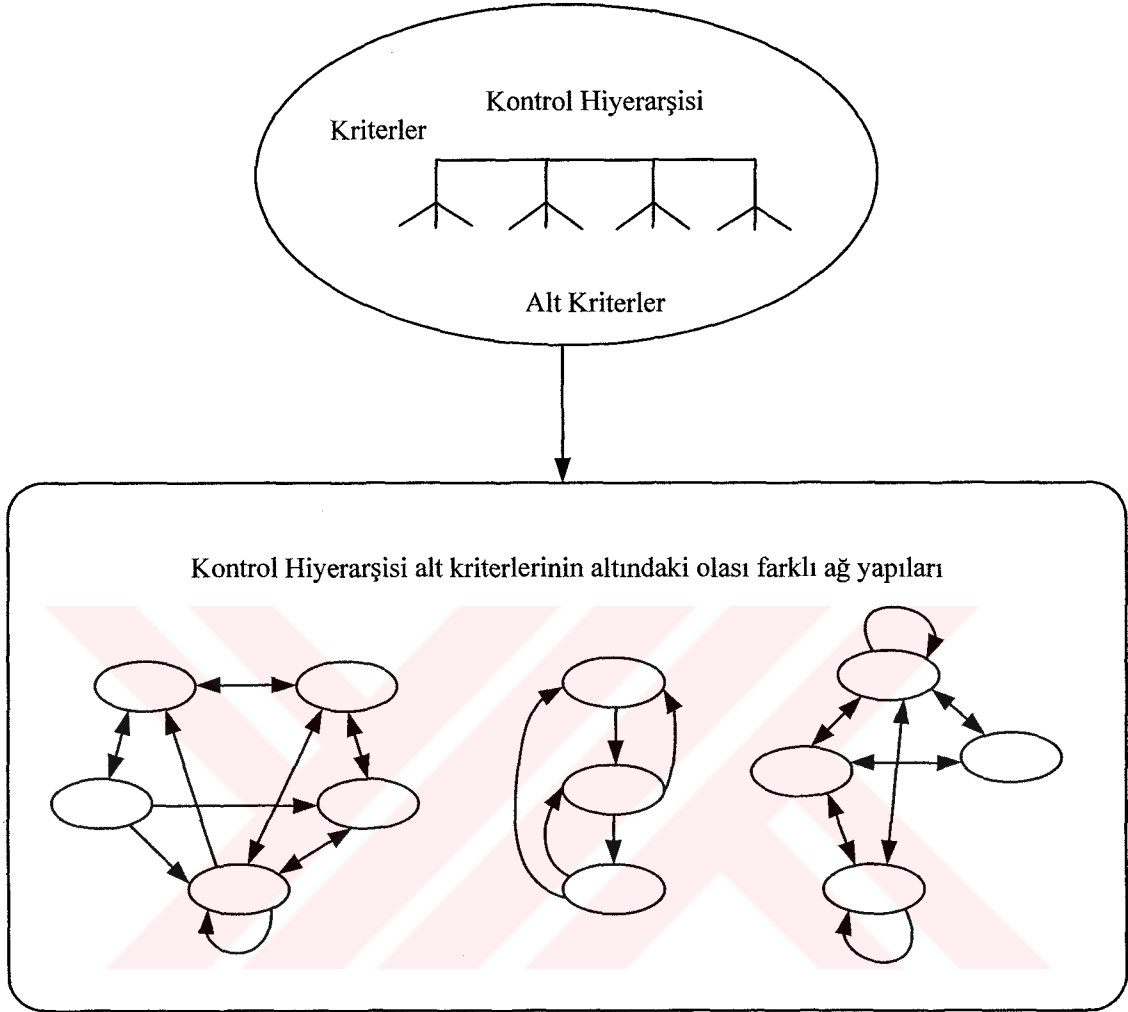
Gerçek hayatta karşılaşılan birçok sorunun doğasında bağımlılıklar vardır. Basit yapılar kullanarak sorunun bileşenleri arasındaki etkileşimleri çözüm sürecine dahil etmemek teoride elde edilen sonucun uygulamada tatmin edici olmamasına neden olabilir. AAS'de kullanılan ağ yapısı bileşenler arasındaki bağımlılıkları da içerdiğinden gerçek hayattaki karmaşıklığı çok daha iyi yansıtmaktadır.

AAS'de sorun yapılandırma aşamasında kullanılan diğer bir araç da kontrol hiyerarşisidir. Kontrol hiyerarşisi, üzerinde çalışılan sistemin amacına yönelik üstünlüklerin türetildiği, kriterler ve alt kriterlerden oluşan bir hiyerarşidir (Saaty, 1999). Kontrol hiyerarşileri, incelenen karar sorununun temel unsurlarının ötesindeki faktörlerin karara katılmasını sağlar.

Bir kontrol hiyerarşisi Şekil 3.2'de görülebileceği üzere amaç, kriterler ve alt kriterlerden oluşan hiyerarşik bir yapıdır. Kontrol hiyerarşisindeki amaç, kriterler ve alt kriterler karar sorununun kontrol unsurları olarak nitelendirilmektedir. Kontrol hiyerarşisinin bir başka şekli kontrol kriterlerinin birbirlerine bağımlı olabildiği kontrol ağı yapısıdır.

Saaty (1996), bir kontrol hiyerarşisinin amaç seviyesinde yer alabilecek dört faktör belirlemiştir. Bu faktörler kar (benefit), maliyet (cost), fırsat (opportunity) ve risktir (risk). Dört ana faktörün alt seviyesinde ise kriterler, soruna bağlı olarak güvenilirlik, kullanım kolaylığı, kolay ulaşılabilirlik veya ekonomik, politik, çevresel, sosyal

faktörler vb. olabilir. AAS’de ele alınan tek bir karar sorunu için kara, maliyete, fırsata ve riske göre ayrı ağ yapıları oluşturulabilir.



Şekil 3.2 Kontrol Hiyerarşisi (Saaty, 1996; s.81)

3.2. AAS’de Sorunun Modellenmesi

AAS sürecinde sorunun yapılandırılmasının ardından kriterlerin önemlerinin belirlenerek seçeneklerin kriterlere göre performans değerlerinin elde edilmesi ve sorunun modellenmesi gerekmektedir. Bu aşamada ölçeklerden faydalanılmaktadır. AAS, oran ölçeklerine dayanan bir teoridir. Saaty’ye göre davranışlarımızın büyük bir kısmı, onları birbirlerine göre karşılaştırma işlemi sonucu elde edilen oranlarla açıklanabilir. Benzer şekilde somut veya soyut varlıklara anlamlı büyüklükler atamanın yolu ise onları başka varlıklarla ilişkilendirerek karşılaştırmaktır.

Oran ölçekleri ile somut eylemlerden oluşan seçeneklerin soyut kriterler ve değerler ile ilişkilendirilmesi mümkündür (Saaty, 1996). Bu somut ve soyut varlıklar daha üst değerler ve amaçlarla ilişkili olabilirler; hatta ilişkili olma durumu belli bir kararın odağı olan amaca kadar uzanabilir. Somut kriterlerin seçeneklerinin belli ölçüm değerleri varsa bunlar yapıya göreli biçimde dahil edilebilir. Oran ölçekleri özelliklerinden dolayı bağımlılık ve geri besleme içeren karar teorilerinin modellenmesi için kullanılabilecek tek araçtır (Saaty, 2003).

AAS'de yargılar tam sayı biçiminde ortaya konur ve üstünlüklerden oluşan bir oran ölçeği üzerinde sıralamalar türetilir. Bu geçici ölçekler ağırlıklandırılarak boyut, nitelik ya da zaman süresi bakımından eşit ölçeklere dönüştürülür. Bunlar da seçeneklerin puanlandırılmasında ve sıralanmasında kullanılır.

Varlıklara anlamlı büyüklükler atamanın tek yolu onları başka varlıklarla ilişkilendirerek karşılaştırmaktır (Saaty, 1996). Nesneler arasında karşılaştırmalar yapılarak bu ölçümlerden oluşan bir ölçek türetilir. Çoğu kez nesnelere herhangi bir ölçekten teker teker değerler atamak çok işe yaramaz, çünkü nesnelerin gerçek değerleri doğrusal biçimde olmayabilir. Ölçmek için kullanılan ölçekler doğrusal ve homojendir; oysa gerçek dünya doğrusal da homojen de değildir. Ölçekler niceliğin basit birer göstergeleridir. Ölçekteki değer doğrudan bir anlamı olduğunu düşünmek yanıltıcıdır. Anlam, sayılarla belirgin hale getirilmiş yargılardan çıkarılabilir. Bunun tek yolu ise ortak özellik veya amaca göre karşılaştırmalar yapmaktır.

AAS'de kullanılan ikili karşılaştırma yöntemi elemanların bağlı oldukları kriterlere olan katkılarıyla ilgili verileri sağlamak için bilgi ve tecrübeye dayanan yargıların ortaya konmasıdır.

Elemanlar, sahip oldukları ortak bir özelliğe ya da bir kriterin gerçekleştirilmesine ilişkin katkılarına göre ikililer halinde karşılaştırılırken dikkate alınması gereken bir kavram baskınlıktır (dominance) (Saaty, 1996). Bir elemanın baskın olması, onun diğer elemandan daha önemli olması, daha muhtemel olması ya da daha çok tercih edilmesi anlamına gelmektedir.

İki eleman baskınlıklarına göre karşılaştırılırken elemanlardan küçük olan birim olarak seçilir ve büyük olan o birimin katı şeklinde ifade edilir (Saaty, 1988). Bu

baskınlığın şiddetini ortaya koyar ve ideal bir ölçüm şeklidir. Fiziksel ölçümlerin mümkün olabildiği bazı somut varlıklardaki bu ifade biçimi fiziksel olarak ölçülmesi mümkün olmayan somut ve soyut varlıklar için uygulanamayacaktır. daha sonra anlatılacak olan temel ölçeği ortaya koymuştur.

Saaty (1996), karmaşık bir sorunda var olabilecek her türlü varlığın karşılaştırılabilmesi için karşılaştırma yapılırken iki elemandan büyük olanın sahip oldukları ortak bir özellik ya da kritere göre küçük olandan kaç kat daha baskın olduğunu belirten sayılardan oluşan bir temel ölçek ortaya koymuştur. Tablo 3.1 'de gösterilen bu ölçek 1 ile 9 arasındaki tam sayılardan oluşmaktadır.

Tablo 3.1 Temel Ölçek (Saaty, 1996; s.24)

Sayısal Değer	Açıklama
1	İki eleman eşit önemde veya aralarında kayıtsız kalınıyor
3	Bir eleman diğerinden hafif önemli veya biraz daha fazla tercih ediliyor
5	Bir eleman diğerinden fazla önemli veya kuvvetli biçimde tercih ediliyor
7	Bir eleman diğerinden çok fazla önemli veya çok kuvvetli biçimde tercih ediliyor
9	Bir eleman diğerinden aşırı derecede önemli veya son derece kuvvetli biçimde tercih ediliyor
2, 4, 6, 8	Ara Değerler

Tablo 3.1'deki değerler ortak bir özelliğe veya kritere göre iki elemandan birinin diğeri üzerinde ne kadar baskın olduğunu belirtmektedir. Bir i elemanı bir j elemanı ile karşılaştırıldığında tablodaki pozitif değerlerden birini alıyorsa, j elemanı i elemanı ile karşılaştırıldığında bu değerin çarpmaya göre tersi olan değeri alacaktır.

Ağ yapısında elemanlar bağlı oldukları kriterlere göre karşılaştırılırlar. AAS'de ikili karşılaştırmalar etkileyen kritere göre, söz konusu kriterden etkilenen kriterlerin karşılaştırılması şeklinde yürütülür.

3.3. AAS'de Sorunun Çözümlemesi

AAS'de ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasından sonra çözüme doğru ilerlemek için bu matrislerin üstünlük vektörlerinin hesaplanması gerekmektedir. Hesaplanan üstünlüklerin ikili karşılaştırma matrisindeki yargıları doğru biçimde yansıtması çok önemlidir (Saaty ve Vargas, 1984).

Üstünlük vektörünün bulunması için farklı yollar olmakla birlikte en iyi sonuç veren yollardan biri olan yol, A matrisinin her sütunundaki elemanları sütun toplamlarına bölmek suretiyle sütunları normalize etmek ve elde edilen matristeki satırların aritmetik ortalamasını almak şeklindedir (Pamukçu, 2003). Üstünlük vektörü ayrıca AAS için kullanılan Süper Decisions paket programıyla (www.superdecisions.com) da hesaplanabilir.

Geribeslemeli bir sistemde bileşenlerin üstünlüklerinin sentezlenmesi dikkat isteyen bir süreçtir (Saaty, 1988). Bir ağ yapısında hiyerarşik yapıda olduğu gibi üstünlüklerin sırayla en alt seviyeden en üst seviyeye kadar çarpılması mümkün değildir. Sistemin elemanları çok sayıda farklı elemanla etkileşim halinde olabilirler.

AAS'de bir elemanın üstünlüğünün anlamlı olabilmesi için, söz konusu elemanın bağımlı olduğu veya etkilediği tüm elemanların ve ağ üzerinde etkilenen elemanlara varan, etkileyen elemanlardan da ayrılan tüm olası yolların hesaplamaya dahil edilmesi gerekmektedir (Pamukçu, 2003).

Geribeslemeli sistemlerde üstünlük belirlemede bileşenler ve elemanlar arasındaki tüm etkileşimlerin hesaplamaya dahil edilebilmesi için süpermatris yöntemi geliştirilmiştir (Saaty, 1996). Süpermatris genel olarak ağ yapısında mümkün olan tüm ikili karşılaştırmalar sonucu elde edilmiş olan üstünlük vektörlerinden oluşan bir kare matristir. C_N 'ler ağ yapısındaki bileşenler, e_{Nn} 'ler bileşenlerin elemanları ve W_{ij} 'ler üstünlük vektörlerinden oluşan ve blok diye adlandırılan matrisler olmak üzere bir süpermatris Şekil 3.3.'teki gibi gösterilmektedir. W_{ij} blok değerleri de süpermatrisin altındaki Şekil 3.4.'da görülmektedir. Bir ağ yapısında tüm elemanların diğer bileşenlerdeki ve bulundukları bileşenlerdeki tüm elemanlarla etkileşim halinde olmaları gibi bir durum söz konusu olmadığında, süpermatriste elemanlar arasında herhangi bir etkileşimin olmadığı yerlere sıfır değeri

verilmektedir. Bir karar sorununun yapılandırılmasında kontrol hiyerarşisi de kullanılmışsa kontrol hiyerarşisindeki her bir kontrol kriteri için ayrı süpermatrisler düzenlenmelidir.

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & & C_2 & & \dots & & C_N \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_N \end{matrix} & \begin{bmatrix} e_{11}e_{12} \dots e_{1n_1} & e_{21}e_{22} \dots e_{2n_2} & \dots & e_{N1}e_{N2} \dots e_{Nn_N} \\ W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1N} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2N} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ W_{N1} & W_{N2} & \dots & W_{NN} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Şekil 3.3 Süpermatris (Saaty, 1996; s.79)

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} W_{i1}^{(j_1)} & W_{i1}^{(j_2)} & \dots & W_{i1}^{(j_{n_j})} \\ W_{i2}^{(j_1)} & W_{i2}^{(j_2)} & \dots & W_{i2}^{(j_{n_j})} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ W_{in_i}^{(j_1)} & W_{in_i}^{(j_2)} & \dots & W_{in_i}^{(j_{n_j})} \end{bmatrix}$$

Şekil 3.4 Wij blok matris (Saaty, 1996; s.79)

Oluşturulmuş olan bir süpermatris üzerinde çözüme yönelik işlemlerin yapılabilmesi için matrisin stokastik olma zorunluluğu vardır (Saaty, 1996). Negatif olmayan bir kare matriste her bir sütunun toplamı 1'e eşitse böyle bir matrise sütun stokastik veya kısaca stokastik matris denir. Bir bileşendeki elemanların birbirleriyle ve başka

bileşenlerdeki elemanlarla karşılaştırılmaları sonucunda ortaya çıkan özvektör değerleri süpermatrise yerleştirildiğinde elde edilen matris stokastik olmayabilir. Bu durumda süpermatrisin ağırlıklandırılması yoluyla sütun toplamalarının 1'e eşit olması sağlanmalıdır. Bunun için elemanların değil de bileşenlerin birbirlerine veya varsa kontrol kriterlerine göre ikililer halinde karşılaştırılmaları gereklidir. Bileşenlerin karşılaştırılmaları sonucu türetilen üstünlük değerlerinden her biri süpermatriste kendilerine karşılık gelen bloktaki tüm değerlerle çarpılır. Elde edilen yeni matrise ağırlıklandırılmış süpermatris denir.

AAS'de bu aşamadan sonra amaçlanan her bir elemanın diğer elemanlarla olan etkileşimini yansıtan sınır üstünlüklerin türetilmesidir. Bir W süpermatrisinde elemanların sınır üstünlüklerinin, yani sınır matrisin bulunması genel olarak W^∞ ile gösterilmektedir. Bu gösterim gerek süpermatrisin doğrudan kuvvetlerini alarak gerekse başka şekillerde sınır üstünlüklerin bulunmasını ifade eder.

Sınır üstünlükleri elde etmek üzere matris işlemlerinin yapılması zor olduğundan Super Decisions paket programı kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Super Decisions özellikle sınır matrislerin elde edilmesi konusunda her türlü teorik bilgiyi sürece katarak tatmin edici sonuçların bulunmasını sağlamaktadır.

4. SORUNUN ANALİZİ

Depo sisteminin tasarımı, çok sayıdaki bileşen ve alternatifin göz önünde bulundurulmasını gerektirdiğinden karmaşık bir karar problemidir. Özellikle, Stratejik seviyede, Taktik ve Operasyonel seviyelere oranla bileşen sayısının daha fazla olması ve bileşenler arasındaki etkileşimlerin daha kuvvetli olması nedeniyle daha karmaşık bir yapı ortaya çıkmaktadır. Depo tasarımına ilişkin yazın taraması incelendiğinde çalışmaların genellikle Taktik ve Operasyonel seviyelere ilişkin izole edilmiş alt problemlerle ilgili olduğu gözlemlenmektedir. Stratejik seviyede depo tasarımına ilişkin bir çalışmanın eksikliği hissedilmektedir. Bu çalışmanın amacı, depo tasarımı aşamasında depo tasarımcısına karar vermede destek olacak bir sistematik yapının oluşturulmasıdır.

Stratejik seviye depo tasarımı planlama ve kontrol politikalarının belirlenmesi ve uygun ekipmanların seçilmesi ile ilgili kararların verilmesini gerektirir. Bu seviyede verilen kararların yapısı nedeniyle bileşenler arasında karşılıklı etkileşimlerin ve geri beslemelerin olduğu gözlemlenmektedir. Çalışmada, Analitik Ağ Süreci kullanılarak depo tasarım sorunu analiz edilecektir.

4.1. Yapılandırma Aşaması

Çalışmanın ilk aşamasında depo tasarım sorununun yapılandırılması gerçekleştirilmektedir. İlk olarak, depo tasarım problemi ile ilgili yazın taraması ve depoculuk konusundaki uzmanlarla yapılan görüşmeler neticesinde depo tasarımına ilişkin bileşenler belirlenmiştir. Bu süreç neticesinde aşağıda belirtilen dokuz ana bileşen ve elemanları elde edilmiştir.

A) Stok Bilgileri

A1) Ürün çeşitliliği

A2) Stok seviyeleri

A3) Mal kabul karakteri (tedarik süresi, miktarı)

B) Birim Özellikleri

B1) Boyut

B2) Ağırlık

B3) Diğer özellikler (hassaslık, güvenlik, şekil asimetrisi vb.)

C) Performans Kriterleri

C1) Yatırım maliyeti

C2) Operasyonel maliyetler

C3) Yatırımın geri dönüş oranı

C4) Esneklik

C5) İşlem hacmi

C6) Stok kapasitesi

C7) Tepki süresi

C8) Sipariş yerine getirme kalitesi

D) Sipariş Birimi

D1) Tek-ürün

D2) Koli

D3) Palet

E) Depo Türü

E1) Dağıtım

E2) İmalat

F) Sipariş Özellikleri

F1) Satır sayısı

F2) Sipariş miktarı

F3) Günlük sipariş sayısı

G) Depo Sistemleri

G1) Manuel

G2) Yarı-otomatik

G3) Otomatik

H) Sipariş Toplama politikaları

H1) Tek-sipariş toplama

H2) Kitle toplama

H3) Alan toplama

İ) Stok politikaları

İ1) İthaf edilmiş

- İ2) Rassal
- İ3) Sınıf-bazlı
- İ4) Korelasyonlu

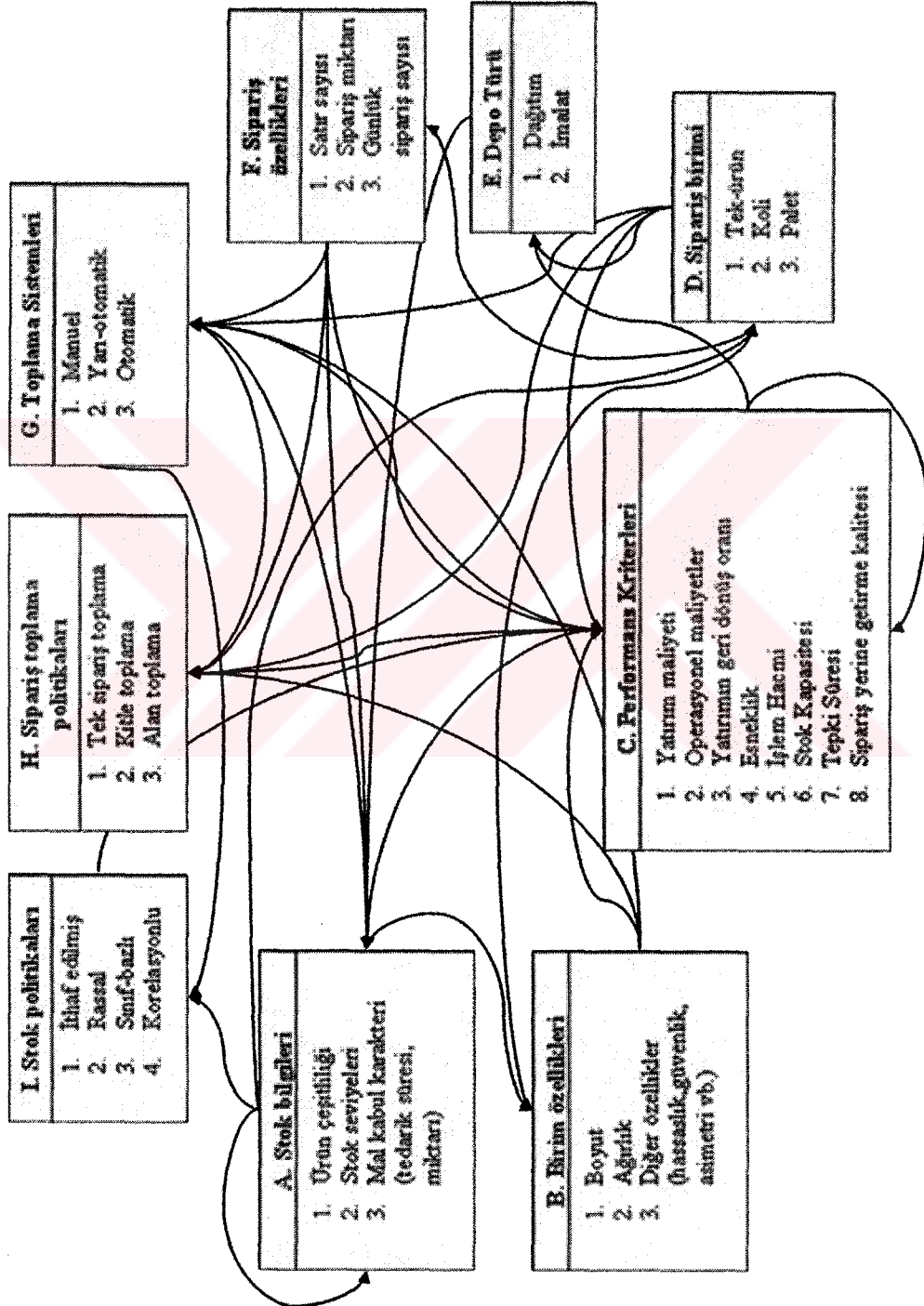
Stratejik seviyedeki süreç akışının ve operasyonel politikaların belirlenmesine ilişkin kararlar H ve I bileşenleri ile temsil edilmektedir. Depo sistemlerinin seçimine ilişkin kararlar ise G bileşeni ile ifade edilmektedir. A, B, D, F bileşenleri, stratejik seviyedeki bu iki karar grubu ile ilgili kararların verilmesi esnasında göz önünde bulundurulacak verileri içerir. C bileşeninde, depo tasarımına ilişkin tanımlanmış bir takım performans kriterleri mevcuttur. E bileşeninde ise depo türleri yer almaktadır. Depo türlerine göre performans kriterlerinin önemi ve veri bileşenlerinin etkisi değişmektedir.

Yapılandırma aşamasının sonraki adımı depo tasarımında etkili olan elemanlar arasındaki etkileşimlerin belirlenmesidir. Bu adımda, uzmanlarla görüşülerek ilişkileri belirlemeleri istenmiştir. Bu aşama sonucunda elde edilen etkileşimler Tablo 4.1’de yer almaktadır.

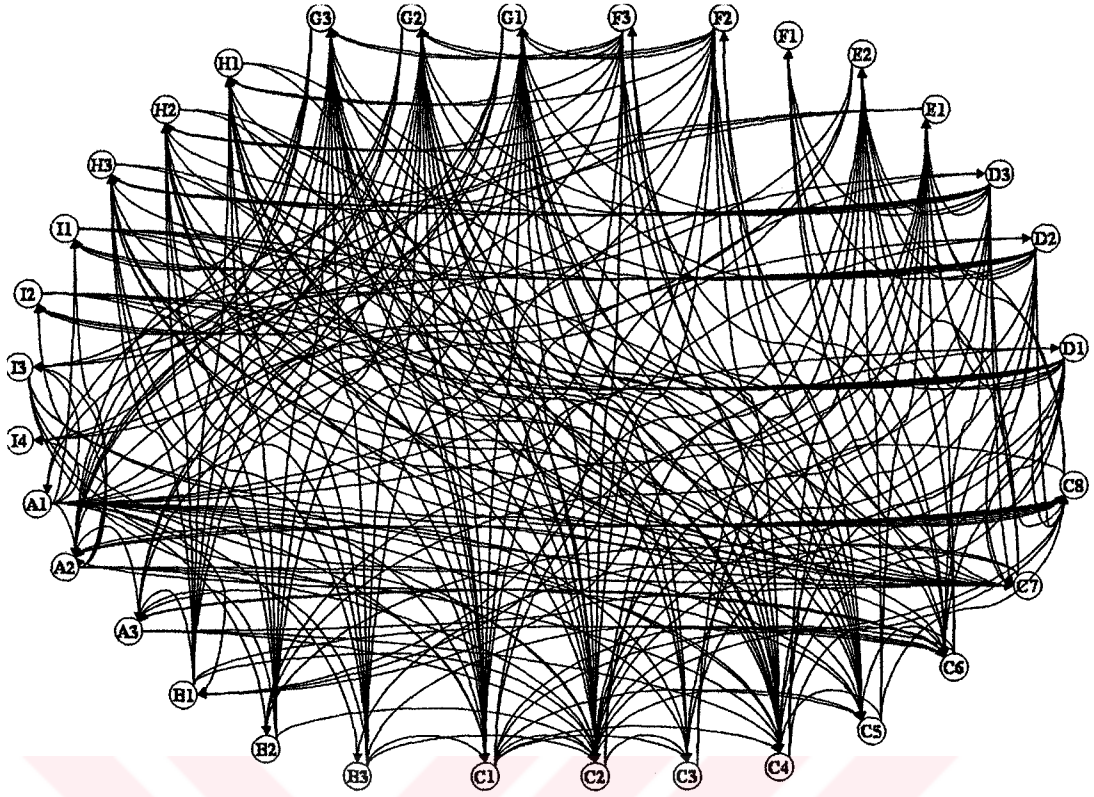
Tablo 4.1 Elemanların etkileşimleri

		Etkilenen																																
		A			B			C						D			E			F			G			H			I					
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	
A	1		+		+	+	+								+	+	+	+								+	+	+				+	+	+
	2			+				+	+	+	+	+	+	+	+											+	+	+				+	+	+
	3		+								+	+	+	+	+												+	+	+				+	+
B	1			+					+					+		+	+	+								+	+	+	+	+	+			
	2			+					+																	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	3			+					+	+				+												+	+	+	+	+	+	+	+	+
C	1		+						+	+	+	+	+	+	+					+	+					+	+	+						
	2										+			+	+					+	+					+	+	+						
	3		+																						+	+	+							
	4														+	+				+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	5		+	+					+	+	+				+	+				+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	6		+	+										+						+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	7								+	+	+	+				+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	8								+	+					+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
D	1				+	+	+	+		+		+	+	+	+					+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+
	2				+	+	+	+		+		+	+	+	+					+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+
	3				+	+	+	+		+		+	+	+	+					+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+
E	1	+	+	+																+	+													
	2	+	+	+																+	+													
F	1								+		+	+	+	+	+					+	+						+	+	+	+	+	+	+	+
	2			+	+			+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+
	3			+				+	+		+	+	+	+	+					+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+
G	1		+					+	+	+	+	+	+	+	+												+	+	+	+	+	+	+	+
	2		+					+	+	+	+	+	+	+	+											+	+	+	+	+	+	+	+	+
	3		+					+	+	+	+	+	+	+	+												+	+	+	+	+	+	+	+
H	1							+	+		+	+		+	+											+	+	+						
	2							+	+		+	+		+	+											+	+	+						
	3							+	+		+	+		+	+											+	+	+						
I	1							+	+		+		+	+																				
	2							+	+		+		+	+																				
	3							+	+		+		+	+																				
	4							+	+		+		+	+																				

Bu etkileşimlerin Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'deki şekil gösterimleri incelendiğinde oluşan yapının karmaşık bir ağ yapısı olduğu görülmektedir. Yapılandırma aşamasında belirlenen elemanlar ve etkileşimler AAS yöntemi ile karar vermek için hazırlanmış olan "Super Decisions" programına aktarılmıştır.



Şekil 4.1 Bileşenler arasındaki etkileşim



Şekil 4.2 Elemanlar arasındaki ilişkiler

4.2. Modelleme Aşaması

İkinci aşama modelleme aşamasıdır. Bu aşamada elemanların etkiledikleri kavrama göre ikili olarak karşılaştırması yapılır. Bu karşılaştırmalar sonucunda özvektörler hesaplanarak limit matris oluşturulur. İkili karşılaştırma matrisindeki esas köşegenin bir üst köşegenini ve matrisin esas köşegen üzerinde olmayan köşelerini dolduracak şekilde karşılaştırmaların yapılması özvektörlerin bulunması için yeterli olmaktadır.

İkili karşılaştırmaların yapılabilmesi için sorular hazırlanarak, ilaç depoculuğu alanında faaliyet gösteren bir firmada depo faaliyetleri ile ilgili çalışmalar yürüten üç yöneticiye cevaplatılmıştır. Üç yöneticiden alınan cevapların geometrik ortalamaları alınarak tek bir veri kümesi elde edilmiştir. Ek A1'de yöneticilere yöneltilen anket soruları, Ek A2'de ise sorulara verilen cevaplar ve geometrik ortalama hesaplamaları yer almaktadır.

Aritmetik ortalama yerine geometrik ortalamanın tercih edilmesinin nedeni her bir cevabın ortalama üzerinde eşit etkiye sahip olmasını sağlamaktır. Örneğin, bir ikili

karşılaştırma için A karar vericisinin 3, B karar vericisinin 1/3 değerini uygun gördüğünü düşünelim. Bu durumda aritmetik ortalama 5/3 olacaktır, ve A'nın kararı ortalama üzerinde daha etkili gibi görünmektedir. Geometrik ortalaması ise 1'dir ve her iki karar vericinin de ortalamayı eşit şekilde etkilediği görülmektedir.

4.3. Çözümleme Aşaması

Yapılandırma ve modelleme aşamasında yapılan işlemlerin ardından Super Decisions programında hesaplamalar (computations) menüsü kullanılarak bileşen matrisi (cluster matrix), ağırlıklandırılmamış süper matris (unweighted super matrix), ağırlıklandırılmış süper matris (weighted super matrix) ve sınır matris (limit matrix) elde edilmiştir. Matrisler sırasıyla Ek B'deki Tablo B.1, Tablo B.2, Tablo B.3 ve Tablo B.4'te yer almaktadır.

4.4. Yorumlar

Sınır matris değerleri bileşen bazında normalize edilerek aynı bileşen içinde bulunan elemanların birbirlerine göre önemleri analiz edilebilir. Sınır matris değerlerinin normalize edilmesi neticesinde elde edilen değerler hakkında şu yorumlar yapılabilir:

Stok bilgileri elemanlarının sınır matris değerleri Tablo 4.2'de yer almaktadır. Bu verilere göre, stok bilgileri arasında en önemli eleman ürün çeşitliliği (%86,32)'dir. İkinci olarak stok seviyeleri (%10,08) ve sonrasında da mal kabul karakteri (%3,60) gelmektedir.

Tablo 4.2 Stok bilgileri sınır matris verileri

	Sınır değerleri	Normalize değerler
A1	0,1413	0,8632
A2	0,0165	0,1008
A3	0,0059	0,0360

Birim özellikleri elemanlarının sınır matris değerleri Tablo 4.3'de yer almaktadır. Bu verilere göre, birim özellikleri bileşeninin eleman önem sıralamasının boyut (%84,91), diğer özellikler (hassaslık, güvenlik vb.) (%9,68) ve ağırlık (%5,41) şeklinde olduğunu görmekteyiz.

Tablo 4.3 Birim özellikleri sınır matris verileri

	Sınır değerleri	Normalize değerler
B1	0,0754	0,8491
B2	0,0048	0,0541
B3	0,0086	0,0968

Performans kriterleri elemanlarının sınır matris değerleri Tablo 4.4'te yer almaktadır. Bu verilere göre, performans kriterleri arasında en önemli elemanın tepki süresi (%33,8) olduğu belirlenmiştir. İkinci önem sırasındaki eleman sipariş yerine getirme kalitesi (%21,98)'dir. Diğerleri ise önem açısından esneklik (%10,64), işlem hacmi (%10,37), yatırım maliyeti (%8,10), operasyonel maliyetler (%5,35), yatırımın geri dönüş oranı (%5,35) ve stok kapasitesi (%4,3) olarak sıralanmaktadır.

Tablo 4.4 Performans kriterleri sınır matris verileri

	Sınır değerleri	Normalize değerler
C1	0,0150	0,0810
C2	0,0099	0,0535
C3	0,0099	0,0535
C4	0,0197	0,1064
C5	0,0192	0,1037
C6	0,0082	0,0443
C7	0,0626	0,3380
C8	0,0407	0,2198

Sipariş birimi elemanlarının sınır matris değerleri Tablo 4.5'te yer almaktadır. Bu verilere göre, Sipariş birimi bileşeni içerisindeki elemanlar önem açısından tek-ürün (%46,66), koli (%28,73), palet (%24,61) şeklinde sıralanmaktadır. İlaç depoculuğunda elleçlemelerin büyük bir kısmı tek-ürün şeklinde yapılması bu sonuçlara neden olmuştur.

Tablo 4.5 Sipariş birimi sınır matris verileri

	Sınır değerleri	Normalize değerler
D1	0,0950	0,4666
D2	0,0585	0,2873
D3	0,0501	0,2461

Depo türü elemanlarının sınır matris değerleri Tablo 4.6'da yer almaktadır. Bu verilere göre, depo türü bileşeni içerisinde önem sıralaması dağıtım deposu

(%79,74), imalat deposu (%14,49) olarak belirlenmiştir. Uygulamanın yapıldığı firmanın dağıtım deposu olarak faaliyet yürütmesi dağıtım deposunu daha önemli bir konuma taşımıştır.

Tablo 4.6 Depo türü sınır matris verileri

	Sınır değerleri	Normalize değerler
E1	0,1161	0,7974
E2	0,0295	0,1449

Sipariş özellikleri elemanlarının sınır matris değerleri Tablo 4.7’de yer almaktadır. Bu verilere göre, sipariş özellikleri bileşeni içerisindeki elemanlar önem açısından sipariş miktarı (%67,86), satır sayısı (%18,52) ve günlük sipariş sayısı (%13,62) şeklinde sıralanmaktadır.

Tablo 4.7 Sipariş özellikleri sınır matris verileri

	Sınır değerleri	Normalize değerler
F1	0,0212	0,1852
F2	0,0777	0,6786
F3	0,0156	0,1362

Depo sistemleri elemanlarının sınır matris değerleri Tablo 4.8’de yer almaktadır. Bu verilere göre, depo sistemleri bileşen içerisinde en önemli eleman otomatik sistemlerdir (%42,59). Yarı otomatik sistemler (%29,23) ikinci sırada, manuel sistemler (%28,18) ise üçüncü sırada yer almaktadır. Bu sonuçlara göre depo sistemi olarak otomatik sistemlerin seçilmesi önerilebilir.

Tablo 4.8 Depo sistemleri sınır matris verileri

	Sınır değerleri	Normalize değerler
G1	0,0135	0,2818
G2	0,0140	0,2923
G3	0,0204	0,4259

Sipariş toplama politikaları elemanlarının sınır matris değerleri Tablo 4.9’da yer almaktadır. Bu verilere göre, sipariş toplama politikaları arasında alan toplama (%39,47), tek-sipariş toplama (%37,43), kitle toplama (% 23,10) şeklinde bir

sıralama oluşmuştur. Bu durumda siparişlerin alan toplama politikaları kullanılarak hazırlanması daha uygundur.

Tablo 4.9 Sipariş toplama politikaları sınır matris verileri

	Sınır değerleri	Normalize değerler
H1	0,0128	0,3743
H2	0,0079	0,2310
H3	0,0135	0,3947

Stoklama politikaları elemanlarının sınır matris değerleri Tablo 4.10’da yer almaktadır. Bu verilere göre, stoklama politikaları arasında ise sınıf-bazlı (%34,91), ithaf edilmiş (%26,04), korelasyonlu (%21,30), rassal (%17,75) önem sıralaması elde edilmiştir. Bu verilere göre, ürünlerin stok konumlarının belirlenmesinde sınıf-bazlı stoklama politikalarının kullanılması önerilir.

Tablo 4.10 Stok politikaları sınır matris verileri

	Sınır değerleri	Normalize değerler
I1	0,0044	0,2604
I2	0,0030	0,1775
I3	0,0059	0,3491
I4	0,0036	0,2130

Ağırlıklandırılmamış super matris modelleme aşamasında elde edilen ikili karşılaştırma matrislerinin özvektörlerini içermektedir. Ağırlıklandırılmış süper matriste ise bileşen ağırlıkları göz önünde bulundurularak sütun toplamı “1” olacak şekilde oranlanmıştır. Bu iki tablodaki veriler elemanların birbirleri ile olan etkileşimlerinin derecesini ve birbirlerine göre önem derecelerini belirtmektedir. Süper matristeki değerler aşağıda incelenmektedir. Tablolarda satırda etkileyen, sütunda etkilenen elemanlar yer almaktadır:

Stok bilgileri elemanlarının kendi aralarında karşılaştırılmaları neticesinde elde edilen özdeğerler Tablo 4.11’de yer almaktadır. Ürün çeşitliliği üzerinde stok seviyeleri ve mal kabul karakterinin etkisi olmadığından ilgili hücreler “0” değerini almıştır. Stok seviyeleri üzerinde ürün çeşitliliği (%76,74), mal kabul karakterinden

(%23,26) daha etkilidir. Mal kabul karakterini ise sadece stok seviyeleri etkilediğinden hücrede “1” değeri yer almaktadır.

Tablo 4.11 Stok bilgileri-stok bilgileri ilişkisi

	A1	A2	A3
A1	0,0000	0,7674	0,0000
A2	0,0000	0,0000	1,0000
A3	0,0000	0,2326	0,0000

Stok bilgileri elemanlarına göre birim özellikleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.12’de yer almaktadır. Ürün çeşitliliği ve stok seviyeleri birim özelliklerinden etkilenmemektedir. Mal kabul karakteri (tedarik süresi ve miktarı) üzerinde ise en etkili eleman diğer özellikler (%65,77) olarak ifade edilen ürünün hassaslık, güvenlik vb. nitelikleridir. Boyut (%19,81) ve Ağırlık (%14,42) sırasıyla ikinci ve üçüncü önem seviyelerine sahiptir.

Tablo 4.12 Stok bilgileri-birim özellikleri ilişkisi

	A1	A2	A3
B1	0,0000	0,0000	0,1981
B2	0,0000	0,0000	0,1442
B3	0,0000	0,0000	0,6577

Stok bilgileri elemanlarına göre performans kriterleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.13’te yer almaktadır. Verilere göre stok seviyeleri üzerinde en etkili eleman yatırım maliyetidir (%37,24). İkinci sırada yatırımın geri dönüş oranı (%31,05) gelmektedir. Sonrasında stok kapasitesi (%19,68) ve işlem hacmi (%12,04) yer almaktadır. Mal kabul karakteri açısından önem sıralaması işlem hacmi (%67,53) ve stok kapasitesi (%32,47) şeklindedir.

Tablo 4.13 Stok bilgileri-performans kriterleri ilişkisi

	A1	A2	A3
C1	0,0000	0,3724	0,0000
C2	0,0000	0,0000	0,0000
C3	0,0000	0,3105	0,0000
C4	0,0000	0,0000	0,0000
C5	0,0000	0,1204	0,6753
C6	0,0000	0,1968	0,3247
C7	0,0000	0,0000	0,0000
C8	0,0000	0,0000	0,0000

Stok bilgileri elemanlarına göre sipariş birimi bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.14'te yer almaktadır. Ürün çeşitliliği ve stok seviyeleri üzerinde sipariş birimi elemanlarının etkisi olmadığından ilgili hücreler "0" değerini almıştır. Mal kabul karakteri üzerinde ise sadece palet elemanın etkisi olduğundan "1" değerini almıştır.

Tablo 4.14 Stok bilgileri-sipariş birimi ilişkisi

	A1	A2	A3
D1	0,0000	0,0000	0,0000
D2	0,0000	0,0000	0,0000
D3	0,0000	0,0000	1,0000

Stok bilgileri elemanlarına göre depo türü bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.15'te yer almaktadır. Ürün çeşitliliği üzerinde dağıtım depoları (%80,62) imalat depolarından (%19,38) daha etkili olmaktadır, yani ürün çeşitliliği daha fazladır. Stok seviyeleri sütunu incelendiğinde imalat depolarında (%53,49) dağıtım depolarından (%46,51) daha fazla stok tutulduğu görülmektedir. Mal kabul karakteri üzerinde ise dağıtım depoları (%65,64), imalat depolarından (%34,36) daha etkilidir.

Tablo 4.15 Stok bilgileri-depo türü ilişkisi

	A1	A2	A3
E1	0,8062	0,4651	0,6564
E2	0,1938	0,5349	0,3436

Stok bilgileri elemanlarına göre sipariş özellikleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.16'da yer almaktadır. Stok seviyeleri üzerinde günlük sipariş sayısı (%76,36) sipariş miktarından (%23,64) daha etkilidir. Satır sayısının ise etkisi yoktur. Mal kabul karakterini ise sadece sipariş miktarı etkilemektedir.

Tablo 4.16 Stok bilgileri-sipariş özellikleri ilişkisi

	A1	A2	A3
F1	0,0000	0,0000	0,0000
F2	0,0000	0,2364	1,0000
F3	0,0000	0,7636	0,0000

Stok bilgileri elemanlarına göre depo sistemi bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.17’de yer almaktadır. Depo sisteminden sadece stok seviyeleri etkilenmektedir. Etki dereceleri manuel sistemler (%54,18), yarı-otomatik sistemler (%29,63) ve otomatik sistemler (%16,20) şeklinde sıralanmaktadır.

Tablo 4.17 Stok bilgileri-depo sistemleri ilişkisi

	A1	A2	A3
G1	0,0000	0,5418	0,0000
G2	0,0000	0,2963	0,0000
G3	0,0000	0,1620	0,0000

Birim özellikleri elemanlarına göre stok bilgileri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.18’de yer almaktadır. Boyut, ağırlık ve diğer özellikler üzerinde sadece ürün çeşitliliği etkili olmaktadır.

Tablo 4.18 Birim özellikleri-stok bilgileri ilişkisi

	B1	B2	B3
A1	1,0000	1,0000	1,0000
A2	0,0000	0,0000	0,0000
A3	0,0000	0,0000	0,0000

Birim özellikleri elemanlarına göre sipariş birimi bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.19’da yer almaktadır. Boyut üzerindeki etkileri tek-ürün (%36,91), koli (%33,21) ve palet (%29,88) şeklinde sıralanmaktadır. Ağırlık üzerinde ise en etkili eleman palettir (%40,07). Sonrasında koli (%32,91) ve tek-ürün (%27,02) gelmektedir. Diğer özellikleri en çok tek-ürün (%61,47) etkilemektedir. Koli (%25,36) ikinci, palet (%13,17) üçüncü sırada yer alır. Tek-ürün elleçlemelerin daha hassas olması bu denli bir fark ortaya koymuştur.

Tablo 4.19 Birim özellikleri-sipariş birimi ilişkisi

	B1	B2	B3
D1	0,3691	0,2702	0,6147
D2	0,3321	0,3291	0,2536
D3	0,2988	0,4007	0,1317

Performans kriterleri elemanlarına göre stok bilgileri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.20’de yer almaktadır. Yatırım

maliyetleri üzerinde ürün çeşitliliği (%59,02) stok seviyelerinden (%40,98) daha etkilidir. Operasyonel maliyetler üzerinde ise sıralama ürün çeşitliliği (%46,39), stok seviyeleri (%41,03) ve mal kabul karakteri (%12,59) şeklindedir. Yatırımın geri dönüş oranını en çok ürün çeşitliliği (%69,61) etkiler, sonrasında stok seviyeleri (%30,40) yer alır. Esneklik açısından önem sıralaması ürün çeşitliliği (%63,64), mal kabul karakteri (%21,43) ve stok seviyeleri (%14,93) şeklindedir. İşlem hacmi açısından ürün çeşitliliği (%60,15), stok seviyeleri (%25,85) ve mal kabul karakteri (%14,00) şeklinde sıralanabilir. Stok kapasitesi üzerinde ise stok seviyeleri (%51,82) en etkili elemandır. Ürün çeşitliliği ikinci sırada yer alır (%34,39). Mal kabul karakteri (%13,80) üçüncü sıradadır. Tepki süresi üzerinde stok seviyeleri (%59,02) mal kabul karakterinden (%40,98) daha etkilidir. Sipariş yerine getirme kalitesi üzerinde ise sadece ürün çeşitliliği etkilidir. Ürün çeşitliliğine bağlı olarak farklı stoklama sistemi ihtiyaçları, farklı elleçleme ekipmanı ihtiyaçları vb. doğduğundan depo performans kriterleri üzerinde önemli etkileri vardır. Bu etkiler tablodaki sonuçlardan da anlaşılmaktadır.

Tablo 4.20 Performans kriterleri-stok bilgileri ilişkisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A1	0,5902	0,4639	0,6961	0,6364	0,6015	0,3439	0,0000	1,0000
A2	0,4098	0,4103	0,3040	0,1493	0,2585	0,5182	0,5902	0,0000
A3	0,0000	0,1259	0,0000	0,2143	0,1400	0,1380	0,4098	0,0000

Performans kriterleri elemanlarına göre birim özellikleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.21’de yer almaktadır. Diğer özellikler yatırım maliyeti üzerinde etkili olan tek elemandır. Ürünün hassaslık, güvenlik vb. özellikleri nedeniyle farklı stoklama sistemlerine ihtiyaç duyması yatırım maliyetlerini etkileyecektir. Operasyonel maliyetler üzerinde birim özellikleri elemanlarının etki sırası diğer özellikler (%48,27), boyut (%36,52), ağırlık (%15,21) şeklindedir. Stok kapasitesi üzerinde ise boyut (%75,00) diğer özelliklerden (%25,00) daha etkilidir. Diğer performans kriterleri üzerinde birim özellikleri elemanlarının etkileri yoktur.

Tablo 4.21 Performans kriterleri-birim özellikleri ilişkisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
B1	0,0000	0,3652	0,0000	0,0000	0,0000	0,7500	0,0000	0,0000
B2	0,0000	0,1521	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
B3	1,0000	0,4827	0,0000	0,0000	0,0000	0,2500	0,0000	0,0000

Performans kriterleri elemanlarının kendi içlerinde ikili karşılaştırmaları sonucunda elde edilen matrisin özdeğerleri Tablo 4.22’de yer almaktadır. Operasyonel maliyetler üzerinde en etkili eleman yatırım maliyetleri (%26,80) elemanıdır. Daha maliyetli olan ileri teknoloji sistemlerine yatırım yapılması ile operasyonel maliyetler azalmaktadır. İkinci sırada tepki süresi (%22,69) gelmektedir. Üçüncü sırada stok kapasitesi (%18,19) yer almaktadır. Sonrasında işlem hacmi (%17,87) ve sipariş yerine getirme kalitesi (%14,46) yer alır. Yatırımın geri dönüş oranı açısından önem derecesine göre elemanlar sipariş yerine getirme kalitesi (%28,47), operasyonel maliyetler (%28,07), tepki süresi (%25,04), yatırım maliyetleri (%10,33) ve işlem hacmi (%8,10) şeklinde sıralanırlar. Yatırım sayesinde elde edilen sipariş yerine getirme kalitesi ve tepki süresindeki iyileşmeler, müşteri memnuniyeti üzerindeki etkisi dolayısıyla yatırımın geri dönüş oranını etkiler. Esneklik üzerinde etki sıralaması tepki süresi (%43,95), yatırım maliyeti (%36,35) ve işlem hacmi (%19,70) şeklindedir. İşlem hacmi üzerinde yatırım maliyeti (%30,78) ve tepki süresi (%30,56) en etkili iki elemandır. Operasyonel maliyetler (%21,32) işlem hacmi üzerindeki etkisi bakımından üçüncü sırada yer alır. Stok kapasitesi (%17,35) ise dördüncü sıradadır. ise Tepki süresinin azaltılması istendiğinde işlem hacminin artırılması gerekmektedir. İşlem hacmi yeni yatırımlarla ya da süreçlerdeki verimliliğin artırılması ile artırılabilir. Stok kapasitesi üzerinde yatırım maliyetinin (%64,54) etkisi esneklikten (%35,46) daha fazladır. Tepki süresi üzerinde en etkili eleman sipariş yerine getirme kalitesidir (%52,68). Siparişlerin yanlış hazırlanması durumunda geri dönen ürünler depo faaliyetlerini önemli ölçüde aksattığından tepki süresini azaltmaktadır. Tepki süresi üzerindeki etkileri açısından işlem hacmi (%31,18) ikinci, stok kapasitesi (%16,14) üçüncü sırada yere alır. Sipariş yerine getirme kalitesi üzerinde elemanların etki sırası yatırım maliyeti (%35,84), tepki süresi (%32,72), işlem hacmi (%21,21) ve operasyonel maliyetler (%10,23) şeklindedir.

Tablo 4.22 Performans kriterleri-performans kriterleri ilişkisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	0,0000	0,2680	0,1033	0,3635	0,3078	0,6454	0,0000	0,3584
C2	0,0000	0,0000	0,2807	0,0000	0,2132	0,0000	0,0000	0,1023
C3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3546	0,3118	0,0000
C5	0,0000	0,1787	0,0810	0,1970	0,0000	0,0000	0,1614	0,2121
C6	0,0000	0,1819	0,0000	0,0000	0,1735	0,0000	0,0000	0,0000
C7	0,0000	0,2269	0,2504	0,4395	0,3056	0,0000	0,0000	0,3272
C8	0,0000	0,1446	0,2847	0,0000	0,0000	0,0000	0,5268	0,0000

Performans kriterleri elemanlarına göre sipariş birimi bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.23'te yer almaktadır. Operasyonel maliyetler açısından önem sıralaması palet (%67,47), koli (%23,33) ve tek-ürün (%9,20) şeklindedir. Tek-ürün elleçleme maliyetli bir iş olduğundan operasyonel maliyetleri artırmaktadır. Esneklik açısından tek-ürün (%43,00) koli (%33,40) ve palet (% 23,60) şeklinde sıralanırlar. Stok kapasitesi açısından palet (%45,95), koli (%31,90) ve tek-ürün (%22,15) şeklinde bir sıralama söz konusudur. Tepki süresi açısından tek-ürün (%48,46), koli (%32,07) ve palet (%19,47) şeklinde sıralanır. Sipariş yerine getirme kalitesine göre etki açısından koli (%35,90), tek-ürün (%34,69) ve palet (%29,41) sıralaması söz konusudur.

Tablo 4.23 Performans kriterleri-sipariş birimi ilişkisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
D1	0,0000	0,0920	0,0000	0,4300	0,0000	0,2215	0,4846	0,3469
D2	0,0000	0,2333	0,0000	0,3340	0,0000	0,3190	0,3207	0,3590
D3	0,0000	0,6747	0,0000	0,2360	0,0000	0,4595	0,1947	0,2941

Performans kriterleri elemanlarına göre sipariş özellikleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.24'te yer almaktadır. Yatırım maliyetleri üzerinde günlük sipariş sayısı (%56,14) sipariş miktarından (%43,86) daha etkilidir. Operasyonel maliyetler üzerinde elemanların etki sıralaması satır sayısı (%59,39), günlük sipariş sayısı (%24,94) ve sipariş miktarı (%15,67) şeklindedir. Elemanlar, esneklik üzerindeki etkilerine göre satır sayısı (%54,07), günlük sipariş sayısı (%26,26) ve sipariş miktarı (%19,67) şeklinde sıralanırlar. İşlem hacmi üzerindeki etkilerine göre satır sayısı (%56,12), günlük sipariş sayısı (%27,55) ve sipariş miktarı (%16,33) şeklinde bir sıralama söz konusudur. Stok kapasitesi üzerindeki etkilerine göre sipariş miktarı (%67,53) günlük sipariş sayısı (%32,47)

şeklinde sıralanırlar. Tepki süresine üzerindeki etki sıralaması satır sayısı (%60,07), günlük sipariş sayısı (%28,76) ve sipariş miktarı (%11,17) şeklindedir. Sipariş yerine getirme kalitesi üzerindeki etkilerine göre ise satır sayısı (%59,69), günlük sipariş sayısı (%27,98) ve sipariş miktarı (%12,33)

Tablo 4.24 Performans kriterleri-sipariş özellikleri ilişkisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
F1	0,0000	0,5939	0,0000	0,5407	0,5612	0,0000	0,6007	0,5969
F2	0,4386	0,1567	0,0000	0,1967	0,1633	0,6753	0,1117	0,1233
F3	0,5614	0,2494	0,0000	0,2626	0,2755	0,3247	0,2876	0,2798

Performans kriterleri elemanlarına göre depo sistemi bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.25'te yer almaktadır. Elemanların etki derecelerine göre sıralaması, yatırım maliyetine göre manuel sistemler (%39,68), yarı-otomatik sistemler (%31,60), otomatik sistemler (%28,72), operasyonel maliyetlere göre manuel sistemler (%40,72), yarı-otomatik sistemler (%30,74), otomatik sistemler (%28,54), yatırımın geri dönüş oranına göre manuel sistemler (%40,57), yarı-otomatik sistemler (%31,99), otomatik sistemler (%27,44), esnekliğe göre manuel sistemler (%66,08), yarı-otomatik sistemler (%23,45), otomatik sistemler (%10,47), işlem hacmine göre otomatik sistemler (%65,52), yarı-otomatik sistemler (%24,97), manuel sistemler (%9,51), tepki süresine göre otomatik sistemler (%60,37), yarı-otomatik sistemler (%27,83), manuel sistemler (%11,80), sipariş yerine getirme kalitesine göre otomatik sistemler (%67,80), yarı-otomatik sistemler (%24,19), manuel sistemler (%8,00) şeklindedir. Maliyetle ilgili kriterlerde manuel sistemler, yarı-otomatik sistemler ve otomatik sistemler şeklinde sıralamalar olmasına rağmen işlem hacmi, tepki süresi ve sipariş yerine getirme kalitesi açısından tam tersi sıralamalar oluşmuştur.

Tablo 4.25 Performans kriterleri-depo sistemleri ilişkisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
G1	0,3968	0,4072	0,4057	0,6608	0,0951	0,0000	0,1180	0,0800
G2	0,3160	0,3074	0,3199	0,2345	0,2497	0,0000	0,2783	0,2419
G3	0,2872	0,2854	0,2744	0,1047	0,6552	0,0000	0,6037	0,6780

Performans kriterleri elemanlarına göre sipariş toplama politikaları bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.26'da yer almaktadır. Elemanlar etki derecesine göre, yatırım maliyeti açısından tek-sipariş

toplama (%41,55), alan toplama (%36,51) ve kitle toplama (%21,94), operasyonel maliyetler açısından alan toplama (%40,89), tek-sipariş toplama (%38,89) ve kitle toplama (%20,22), esneklik açısından tek-sipariş toplama (%46,60), alan toplama (%34,21) ve kitle toplama (%19,20), işlem hacmi açısından kitle toplama (%43,63), alan toplama (%38,08) ve tek-sipariş toplama (%18,29), tepki süresi açısından alan toplama (%47,11), tek-sipariş toplama (%36,49) ve kitle toplama (%16,40), sipariş yerine getirme kalitesi açısından tek-sipariş toplama (%52,51), alan toplama (%31,18) ve kitle toplama (%16,31) şeklinde sıralanmaktadır

Tablo 4.26 Performans kriterleri-sipariş toplama politikaları ilişkisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
H1	0,4155	0,3889	0,0000	0,4660	0,1829	0,0000	0,3649	0,5251
H2	0,2194	0,2022	0,0000	0,1920	0,4363	0,0000	0,1640	0,1631
H3	0,3651	0,4089	0,0000	0,3421	0,3808	0,0000	0,4711	0,3118

Performans kriterleri elemanlarına göre stok politikaları bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.27’de yer almaktadır. Stok politikaları bileşeninin elemanları etki derecelerine göre, yatırım maliyeti açısından korelasyonlu (%32,13), ithaf edilmiş (%31,98), sınıf-bazlı (%25,42) ve rassal (%10,47), operasyonel maliyetler açısından sınıf-bazlı (%29,49), ithaf edilmiş (%24,86), korelasyonlu (%24,12) ve rassal (%21,53), esneklik açısından rassal (%48,11), sınıf-bazlı (%22,55), ithaf edilmiş (%18,76) ve korelasyonlu (%10,57), stok kapasitesi açısından korelasyonlu (%35,18), ithaf edilmiş (%34,38), sınıf-bazlı (%20,70) ve rassal (%9,74), tepki süresi açısından sınıf-bazlı (%44,32), ithaf edilmiş (%26,04), korelasyonlu (%18,67) ve rassal (%10,97) şeklinde sıralanmaktadır.

Tablo 4.27 Performans kriterleri-stoklama politikaları ilişkisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
I1	0,3198	0,2486	0,0000	0,1876	0,0000	0,3438	0,2604	0,0000
I2	0,1047	0,2153	0,0000	0,4811	0,0000	0,0974	0,1097	0,0000
I3	0,2542	0,2949	0,0000	0,2255	0,0000	0,2070	0,4432	0,0000
I4	0,3213	0,2412	0,0000	0,1057	0,0000	0,3518	0,1867	0,0000

Sipariş birimi elemanlarına göre stok bilgileri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.28’de yer almaktadır. Sipariş birimi elemanları üzerinde sadece ürün çeşitliliği etkili olmaktadır.

Tablo 4.28 Sipariş birimi-stok bilgileri ilişkisi

	D1	D2	D3
A1	1,0000	1,0000	1,0000
A2	0,0000	0,0000	0,0000
A3	0,0000	0,0000	0,0000

Sipariş birimi elemanlarına göre birim özellikleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.29’da yer almaktadır. Sipariş birimi elemanları üzerinde sadece boyut etkili olmaktadır.

Tablo 4.29 Sipariş birimi-birim özellikleri ilişkisi

	D1	D2	D3
B1	1,0000	1,0000	1,0000
B2	0,0000	0,0000	0,0000
B3	0,0000	0,0000	0,0000

Sipariş birimi elemanlarına göre sipariş özellikleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.30’da yer almaktadır. Sipariş birimi elemanları üzerinde sadece sipariş miktarı etkili olmaktadır. Sipariş miktarına göre siparişler tek-ürün, koli veya palet olarak toplanır.

Tablo 4.30 Sipariş birimi-sipariş özellikleri ilişkisi

	D1	D2	D3
F1	0,0000	0,0000	0,0000
F2	1,0000	1,0000	1,0000
F3	0,0000	0,0000	0,0000

Depo türü elemanlarına göre performans kriterleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.31’de yer almaktadır. Depo türüne göre performans kriterlerinin önem sıralaması, dağıtım deposu açısından esneklik (%23,32), işlem hacmi (%17,88), tepki süresi (%15,44), sipariş yerine getirme kalitesi (%15,01), yatırımın geri dönüş oranı (%12,13), operasyonel maliyetler (%7,71) ve yatırım maliyeti (%4,40), imalat deposu açısından stok kapasitesi (%26,42), yatırım maliyeti (%25,96), operasyonel maliyetler (%14,03), tepki süresi (%10,62), sipariş yerine getirme kalitesi (%7,29), yatırımın geri dönüş oranı (%6,59), işlem hacmi (%5,54) ve esneklik (%3,54) şeklindedir.

Tablo 4.31 Depo türü-performans kriterleri ilişkisi

	E1	E2
C1	0,0440	0,2596
C2	0,0771	0,1403
C3	0,1213	0,0659
C4	0,2332	0,0354
C5	0,1788	0,0554
C6	0,0412	0,2642
C7	0,1544	0,1062
C8	0,1501	0,0729

Depo türü elemanlarına göre sipariş birimi bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.32’de yer almaktadır. Elemanların etki derecelerine açısından dağıtım deposuna göre tek-ürün (%55,49), koli (%23,60) ve palet (%20,91), imalat deposuna göre ise palet (%39,97), koli (%35,23) ve tek-ürün (%24,80) şeklinde sıralanabilirler. Bu veriler aynı zamanda depolardaki elleçlemelerin sipariş birimi türüne göre oranlarını da vermektedir.

Tablo 4.32 Depo türü-sipariş birimi ilişkisi

	E1	E2
D1	0,5549	0,2480
D2	0,2360	0,3523
D3	0,2091	0,3997

Sipariş özellikleri elemanlarına göre performans kriterleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.33’te yer almaktadır. Tepki süresi ve sipariş yerine getirme kalitesi müşteri memnuniyetini etkilediği için talepleri de etkileyeceği düşünülmüştür. Bu nedenle, sipariş özellikleri ile aralarında bir ilişki tanımlanmıştır. Etki derecelerine göre, satır sayısı açısından tepki süresi (%59,02) ve sipariş yerine getirme kalitesi (%40,98), sipariş miktarı açısından tepki süresi (%67,53) ve sipariş yerine getirme kalitesi (%32,47), günlük sipariş sayısı açısından tepki süresi (%67,53) ve sipariş yerine getirme kalitesi (%32,47) şeklinde sıralanabilirler.

Tablo 4.33 Sipariş özellikleri-performans kriterleri ilişkisi

	F1	F2	F3
C1	0,0000	0,0000	0,0000
C2	0,0000	0,0000	0,0000
C3	0,0000	0,0000	0,0000
C4	0,0000	0,0000	0,0000
C5	0,0000	0,0000	0,0000
C6	0,0000	0,0000	0,0000
C7	0,5902	0,6753	0,6753
C8	0,4098	0,3247	0,3247

Sipariş özellikleri elemanlarına göre sipariş birimi bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.34'te yer almaktadır. Etki derecelerine göre satır sayısı açısından tek-ürün (%61,05), koli (%27,01) ve palet (%11,95) şeklinde sıralanabilirler. Sipariş miktarı açısından ise tek-ürün (%51,50), koli (%29,36) ve palet (%19,13) şeklinde sıralanabilirler. Günlük sipariş sayısı üzerinde sipariş birimlerinin etkisi yoktur.

Tablo 4.34 Sipariş özellikleri-sipariş birimi ilişkisi

	F1	F2	F3
D1	0,6105	0,5150	0,0000
D2	0,2701	0,2936	0,0000
D3	0,1195	0,1913	0,0000

Depo sistemleri elemanlarına göre stok bilgileri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.35'te yer almaktadır. Mal kabul karakterinin depo sistemleri elemanları üzerinde etkisi yoktur. Ürün çeşitliliği ve mal kabul karakteri ise etki derecelerine göre manuel sistemler açısından ürün çeşitliliği (%69,61), stok seviyeleri (%30,40) şeklinde sıralanmaktadır. Yarı-otomatik sistemler açısından ürün çeşitliliği (%79,08), stok seviyeleri (%20,92), otomatik sistemler açısından ise ürün çeşitliliği (%80,62), stok seviyeleri (%19,38) değerlerini almaktadırlar.

Tablo 4.35 Depo sistemleri-stok bilgileri ilişkisi

	G1	G2	G3
A1	0,6961	0,7908	0,8062
A2	0,3040	0,2092	0,1938
A3	0,0000	0,0000	0,0000

Depo sistemleri elemanlarına göre birim özellikleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.36'da yer almaktadır. Etki derecelerine göre, manuel sistemler açısından diğer özellikler (%41,95), boyut (%29,06) ve ağırlık (%28,99), yarı-otomatik sistemler açısından boyut (%47,63), ağırlık (%27,31) ve diğer özellikler (%25,06), otomatik sistemler açısından boyut (%48,89), ağırlık (%28,52) ve diğer özellikler (%22,58) şeklinde sıralanmaktadır.

Tablo 4.36 Depo sistemleri-birim özellikleri ilişkisi

	G1	G2	G3
B1	0,2906	0,4763	0,4889
B2	0,2899	0,2731	0,2852
B3	0,4195	0,2506	0,2258

Depo sistemleri elemanlarına göre performans kriterleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.37'de yer almaktadır. Elemanlar etkilerine göre manuel sistemler açısından yatırım maliyeti (%26,66), esneklik (%15,96), tepki süresi (%14,27), yatırımın geri dönüş oranı (%12,51), sipariş yerine getirme kalitesi (%11,50), işlem hacmi (%10,38) ve operasyonel maliyetler (%8,73), yarı-otomatik sistemler açısından tepki süresi (%22,20), operasyonel maliyetler (%19,38), sipariş yerine getirme kalitesi(%16,67), esneklik (%15,58), işlem hacmi (%10,29), yatırım maliyeti (%9,69) ve yatırımın geri dönüş oranı (%6,20), otomatik sistemler açısından sipariş yerine getirme kalitesi(%27,15), tepki süresi (%17,71), işlem hacmi (%15,73), yatırımın geri dönüş oranı (%12,63), yatırım maliyeti (%12,07), operasyonel maliyetler (%8,61), esneklik (%6,11) şeklinde sıralanmaktadır.

Tablo 4.37 Depo sistemleri-performans kriterleri ilişkisi

	G1	G2	G3
C1	0,2666	0,0969	0,1207
C2	0,0873	0,1938	0,0861
C3	0,1251	0,0620	0,1263
C4	0,1596	0,1558	0,0611
C5	0,1038	0,1029	0,1573
C6	0,0000	0,0000	0,0000
C7	0,1427	0,2220	0,1771
C8	0,1150	0,1667	0,2715

Depo sistemleri elemanlarına göre sipariş birimi bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.38’de yer almaktadır. Manuel sistemler açısından etki derecelerine göre tek-sipariş (%46,23), koli (%35,21), palet (%18,57) şeklinde sıralanabilir. Yarı- otomatik sistemler açısından etki derecelerine göre tek-sipariş (%52,98), koli (%31,84), palet (%15,18) şeklinde sıralanabilir. Otomatik sistemler açısından etki derecelerine göre tek-sipariş (%51,52), koli (%28,57), palet (%19,92) şeklinde sıralanır.

Tablo 4.38 Depo sistemleri-sipariş birimi ilişkisi

	G1	G2	G3
D1	0,4623	0,5298	0,5152
D2	0,3521	0,3184	0,2857
D3	0,1857	0,1518	0,1992

Depo sistemleri elemanlarına göre sipariş özellikleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.39’da yer almaktadır. Manuel sistemler açısından etki derecelerine göre satır sayısı (%50,23), günlük sipariş sayısı (%27,80), sipariş miktarı (%21,97) şeklinde sıralanabilir. Yarı-otomatik sistemler açısından etki derecelerine göre satır sayısı (%58,46), günlük sipariş sayısı (%29,10), sipariş miktarı (%12,44) şeklinde sıralanabilir. Otomatik sistemler açısından etki derecelerine göre satır sayısı (%62,56), günlük sipariş sayısı (%25,77), sipariş miktarı (%11,67) şeklinde sıralanır.

Tablo 4.39 Depo sistemleri-sipariş özellikleri ilişkisi

	G1	G2	G3
F1	0,5023	0,5846	0,6256
F2	0,2197	0,1244	0,1167
F3	0,2780	0,2910	0,2577

Depo sistemleri elemanlarına göre sipariş toplama politikaları bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.40’da yer almaktadır. Manuel sistemler açısından etkilerine göre kitle toplama (%39,46), alan toplama (%37,83) ve tek-sipariş toplama (%22,71) sırasındadırlar. Yarı-otomatik sistemler açısından etkilerine göre alan toplama (%41,22), kitle toplama (%34,09) ve tek-sipariş toplama (%24,69) şeklinde sıralanırlar. Otomatik sistemler açısından etkilerine göre alan toplama (%42,95), tek-sipariş toplama (%38,99) ve kitle toplama (%18,06) şeklinde sıralanırlar.

Tablo 4.40 Depo sistemleri-sipariş toplama politikaları ilişkisi

	G1	G2	G3
H1	0,2271	0,2469	0,3899
H2	0,3946	0,3409	0,1806
H3	0,3783	0,4122	0,4295

Sipariş toplama politikaları elemanlarına göre birim özellikleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.41’de yer almaktadır. Tek-sipariş toplama ve alan toplama politikalarına göre birim özellikleri elemanları eşit (%33,33) etkidedir. Kitle toplamaya göre ise etki açısından boyut (%44,29) birinci sırada yer almaktadır. Ağırlık ve diğer özellikler eşit (%27,86) etkidedir.

Tablo 4.41 Sipariş toplama politikaları-birim özellikleri ilişkisi

	H1	H2	H3
B1	0,3333	0,4429	0,3333
B2	0,3333	0,2786	0,3333
B3	0,3333	0,2786	0,3333

Sipariş toplama politikaları elemanlarına göre performans kriterleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.42’de yer almaktadır. Tek-sipariş toplama politikası açısından etki bakımından performans kriterleri sipariş yerine getirme kalitesi (%29,40), esneklik (%26,13), tepki süresi (%26,05) ve işlem hacmi (%18,43) şeklinde sıralanmaktadır. Kitle toplama politikasına etkilerine göre sıralama işlem hacmi (%50,92), tepki süresi (%22,50), esneklik (%16,64) ve sipariş yerine getirme kalitesi (%9,94) şeklindedir. Alan toplama politikasına için sıralama tepki süresi (%31,83), işlem hacmi (%26,62), tepki süresi (23,78) ve esneklik (%17,78) şeklindedir.

Tablo 4.42 Sipariş toplama politikaları-performans kriterleri ilişkisi

	H1	H2	H3
C1	0,0000	0,0000	0,0000
C2	0,0000	0,0000	0,0000
C3	0,0000	0,0000	0,0000
C4	0,2613	0,1664	0,1778
C5	0,1843	0,5092	0,2662
C6	0,0000	0,0000	0,0000
C7	0,2605	0,2250	0,3183
C8	0,2940	0,0994	0,2378

Sipariş toplama politikaları elemanlarına göre sipariş birimi bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.43'te yer almaktadır. Tek-sipariş toplama açısından etki derecelerine göre sıralama palet (%49,73), tek-ürün (%28,15) ve koli (%22,12) şeklindedir. Kitle toplama açısından sipariş birimi elemanları tek-ürün (%57,81), palet (%23,09) ve koli (%19,10) şeklinde sıralanmaktadır. Alan toplama açısından ise sıralama tek-ürün (%53,88), koli (%23,14) ve palet (%22,98) şeklindedir.

Tablo 4.43 Sipariş toplama politikaları-sipariş birimi ilişkisi

	H1	H2	H3
D1	0,2815	0,5781	0,5388
D2	0,2212	0,1910	0,2314
D3	0,4973	0,2309	0,2298

Sipariş toplama politikaları elemanlarına göre sipariş özellikleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.44'te yer almaktadır. Tek-sipariş toplama açısından etki derecelerine göre sıralama sipariş miktarı (%44,86), günlük sipariş sayısı (%32,13) ve satır sayısı (%23,01) şeklindedir. Kitle toplama açısından sipariş özellikleri elemanları etki derecelerine göre satır sayısı (%55,77), günlük sipariş sayısı (%32,32) ve sipariş miktarı (%11,91) şeklinde sıralanmaktadır. Alan toplama açısından satır sayısı (%47,33), günlük sipariş sayısı (%40,40) ve sipariş miktarı (%12,27) şeklinde sıralanmaktadır.

Tablo 4.44 Sipariş toplama politikaları-sipariş özellikleri ilişkisi

	H1	H2	H3
F1	0,2301	0,5577	0,4733
F2	0,4486	0,1191	0,1227
F3	0,3213	0,3232	0,4040

Sipariş toplama politikaları elemanlarına göre depo sistemleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.45'te yer almaktadır. Değerlere bakıldığında tek-sipariş toplama, kitle toplama ve alan toplama politikaları için depo sistemleri elemanları olan manuel, yarı-otomatik ve otomatik sistemlerin eşit etkide (%33,33) olduğu görülmektedir.

Tablo 4.45 Sipariş toplama politikaları-depo sistemleri ilişkisi

	H1	H2	H3
G1	0,3333	0,3333	0,3333
G2	0,3333	0,3333	0,3333
G3	0,3333	0,3333	0,3333

Stok politikaları elemanlarına göre stok bilgileri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.46’da yer almaktadır. Mal kabul karakterinin stok politikaları üzerinde etkisi yoktur. İthaf edilmiş stok politikası açısından stok seviyeleri (%74,09) ürün çeşitliliğinden (%25,91), sınıf-bazlı stok politikaları açısından ise ürün çeşitliliği (%78,07) stok seviyelerinden (%21,93) daha etkilidir. Stok seviyeleri rassal stok seviyeleri üzerinde etkili tek elemandır. Ürün çeşitliliği ise korelasyonlu stok politikaları üzerinde etkili tek elemandır.

Tablo 4.46 Stok politikaları-stok bilgileri ilişkisi

	I1	I2	I3	I4
A1	0,2591	0,0000	0,7807	1,0000
A2	0,7409	1,0000	0,2193	0,0000
A3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Stok politikaları elemanlarına göre depo sistemleri bileşeninin elemanlarının ikili karşılaştırma matrislerinin özdeğerleri Tablo 4.47’de yer almaktadır. İthaf edilmiş, rassal, sınıf-bazlı, korelasyonlu stok politikaları açısından depo sistemleri elemanları eşit (%33,33) etkidedir.

Tablo 4.47 Stok politikaları-depo sistemleri ilişkisi

	I1	I2	I3	I4
G1	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333
G2	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333
G3	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada depo tasarım sorununun sistematik bir şekilde analizi ve Stratejik seviye depo tasarım kararlarının verilmesi için bir yaklaşım sunulmuştur. Stratejik seviyede ele alınan organizasyonel politikaların belirlenmesi ve depo sistemi seçimi kararları elde edilen sınır matris verileri doğrultusunda analitik bir şekilde incelenmiştir. Ayrıca, sınır matris verileri incelenerek depo tasarımında etkili olan faktörlerin önemleri hakkında yorumlar yapılabilmektedir. Ağırlıklandırılmamış süper matris verileri sayesinde tasarımı etkileyen faktörlerin göreceli önemlerine ilişkin analizler yapılmıştır.

Çalışmada, yazın araştırması ve uzman görüşleri sonucunda elde edilen depo tasarım kriterleri ve kriter ilişkileri analiz edilerek depo tasarım sorunu AAS yaklaşımı ile modellenmiştir. Modelde yer alan kriterler tüm depolar için geçerliliği olan genel kriterlerdir. Bu nedenle, uygulamanın ilaç depoculuğu üzerine yapılması sadece elde edilen sonuçların özel bir niteliğe sahip olmasına neden olmaktadır. Aynı yaklaşım ile farklı depoların tasarım sorunlarının analiz edilmesi mümkündür.

Depolarla ilgili yazın araştırması incelendiğinde tasarım odaklı çalışmaların genellikle Taktik ve Operasyonel seviyelerdeki izole edilmiş alt sorunlarla ilgili olduğu görülmektedir. Depo tasarımına ilişkin genel bir yaklaşımın eksikliği hissedilmektedir. Çalışmanın bir amacı depo tasarım sorununu genel olarak ele alan bir yaklaşıma olan ihtiyacı gidermektir.

İlerideki çalışmalar için bir takım araştırma konuları önerilebilir:

İkili karşılaştırmaların analizi için hazırlanan sorular, birçok yöneticinin katılacağı bir karar konferansında gelişmiş grup karar verme tekniklerinin de kullanımı ile cevaplandırılabilir. Bu sayede karar vericileri daha çok tatmin edecek sonuçlara ulaşılması sağlanır.

Depo tasarım sorunu ile ilgili yapılan AAS çalışmasının uygulaması ilaç depoculuğu üzerine yapılmıştır. Uygulama farklı sektörler için de yapılarak kriterlerin ağırlıklarının ve sonuçların farklı sektörler için aldığı değerler analiz edilebilir.

Depo tasarım sorunu modeline “Sektör” bileşeni eklenerek bu bileşenin altına ilaç, otomotiv, gıda vb. sektörler elemanlar olarak ilave edilebilir. Sorunun bu şekilde yapılandırılması sayesinde kriterlerin sektör bazında önem seviyelerinin analiz edilmesi sağlanmış olur.

Ayrıca, depo tasarım sorunu kontrol hiyerarşileri içeren bir model üzerinde incelenebilir. Fayda, maliyet, fırsat, risk gibi kontrol hiyerarşilerinin dahil edilmesi ile sorunun farklı açılardan analiz edilmesi kolaylaştırılabilir.

Bu çalışmada ilişkilerin daha kuvvetli olduğu stratejik seviye depo tasarım sorunu üzerinde durulmuştur. Sonraki çalışmalarda ilişkilerin göreceli olarak daha zayıf olduğu taktik ve operasyonel seviye kararlarını analiz eden modeller oluşturulabilir.

KAYNAKLAR

- Ashayeri, G. ve van Wassenhove, L., 1985. A microcomputer-based optimization model for the design of automated warehouses. *International Journal of Production Research*, **23** (4), 825-839.
- Ashayeri, J. ve Gelders, L.F., 1985. Warehouse design optimization. *European Journal of Operational Research*, **21**, 285-294.8
- Bartholdi, J. ve Hackman, S., 2003. Warehouse & Distribution Science. <http://www.isye.gatech.edu/~jjb/wh/book/wh-sci.pdf>
- Cormier, G. ve Gunn, E.A., 1992. A review of warehouse models. *European Journal of Operational Research*, **58**, 3-13.
- De Koster, M.B.M, van der Poort, E.S. ve Wolters, M., 1999. Efficient order batching methods in warehouses. *International Journal of Production Research*, **37**(7), 1479-1504.
- Eynan, A. ve Rosenblatt, M.J., 1994. Establishing zones in single-command class-based rectangular AS/RS. *IIE Transactions*, **26**(1), 38-59.
- Frazelle, E., 1985. Suggested Techniques Enable Multi-Criteria Evaluation of Material Handling Alternatives. *Industrial Engineering*, **February**, 42-48.
- Frazelle, E.A. ve Sharp, G.P., 1989. Correlated assignment strategy can improve any order-picking operation. *Industrial Engineering*, **April**, 33-37.
- Gibson, D.R. ve Sharp, G.P., 1992. Order batching procedures. *European Journal of Operational Research*, **58**, 57-67.
- Goetschalckx, M. ve Ratliff, H.D., 1990. Shared storage policies based on the duration stay of unit load. *Management Science*, **36** (9), 1120-1132
- Larson, N., March, H. ve Kusiak, A., 1997. A heuristic approach to warehouse layout with class-based storage. *IIE Transactions*, **29**, 337-348.
- Lin, C. ve Lu, I., 1999. The procedure of determining the order picking strategies in distribution center. *International Journal of Production Economics*, **60-61**, 301-307.
- Mulcahy, D.E., 1994. Warehouse Distribution & Operations Handbook. McGraw-Hill, Inc., New York.

- Pamukçu, B.**, 2003. Analitik ağ süreci ve bir uygulama. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Park, Y.H. ve Webster, D.B.**, 1989. Modeling of three-dimensional warehouse systems. *International Journal of Production Research*, **27 (6)**, 985-1003.
- Petersen, C.G. ve Aase, G.**, 2003. A comparison of picking, storage and routing policies in manual order picking. *International Journal of Production Economics*, in www.sciencedirect.com
- Petersen, C.G. ve Schmenner, R.W.**, 1999. An evaluation of routing and volume-based storage policies in an order picking operation. *Decision Sciences*, **30(2)**, 481-501.
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., van Houtum, G.J., Mantel, R.J. ve Zijm, W.H.M.**, 2000. Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, **122**, 515-533.
- Saaty, T.L. ve Vargas, L.**, 1984. Inconsistency and Rank Preservation, in Multi Criteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process addenda s. 47-56, Ed., Saaty, T.L., RWS Publ., Pittsburg.
- Saaty, T.L.**, 1988. Multi Criteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process. RWS Publ., Pittsburg.
- Saaty, T.L.**, 1994. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory With The Analytical Hierarchy Process. RWS Publ., Pittsburg.
- Saaty, T.L.**, 1996. The Analytic Network Process: Decision Making With Dependence and Feedback. RWS Publ., Pittsburg.
- Saaty, T.L.**, 1999. Fundamentals of The Analytic Network Process, in www.creativedecisions.com
- Saaty, T.L.**, 2003. The Seven Pillars of The Analytic Hierarchy Process, in www.creativedecisions.com
- Super Decisions v.1.2.1.** in www.superdecisions.com
- Topçu, Y.İ.**, 2000. Çok ölçütlü sorun çözümüne yönelik bir bütünleşik karar destek modeli. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- van den Berg, J. P.**, 1999. A literature survey on planning and control of warehousing systems. *IIE Transactions*, **31**, 751-762.
- van den Berg, J.P. ve Zijm, W.H.M.**, 1999. Models for warehouse management: Classification and examples. *International Journal of Production Economics*, **59**, 519-528.

Yoon, C.S. ve Sharp, G.P., 1996. A structured procedure for analysis and design of order pick systems. *IIE Transactions*, **28**, 379-389.



EKLER

EK A1 Anket Soruları

Aşağıdaki soru formu, “Depo Tasarım Kararlarının Analizi” amaçlı bir çalışmaya veri sağlamak amacıyla hazırlanmıştır.

Çalışmanın güvenilirliği açısından tüm soruları eksiksiz olarak cevaplandırmanız önemlidir.

Çalışmaya gösterdiğiniz ilgi, ayırdığınız zaman ve değerli katkılarınız için teşekkür ederiz.

Y. Doç. Dr. Y. İlker Topcu
İstanbul Teknik Üniversitesi
Endüstri Müh. Bölümü

Fatih Özdemir
İstanbul Teknik Üniversitesi
Endüstri Müh. Bölümü

Değerlendirme Yöntemi

İzleyen sayfalarda sizlerden, “Depo Tasarım Kararlarının Analizi” ve konu ile ilgili diğer kavramları etkileyebilecek öğelerin etkilerini değerlendirmeniz istenecektir.

Söz konusu değerlendirme sırasında; öğeler ikili olarak karşılaştırılarak, etkiledikleri kavrama göre etkileri verilen ölçek üzerinde belirtilecektir.

Değerlendirme örnekleri

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Yatırım maliyeti” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------------

Örnek 1

Eğer “Yatırım maliyeti”ne manuel sistemler ile yarı-otomatik sistemlerin eşit etkide olduğunu düşünüyorsanız, ortadaki 1 sayısını işaretlemeniz gerekmektedir.

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------------

Örnek 2

Eğer sol taraftaki manuel sistemlerin sağ taraftaki yarı-otomatik sistemlerden çok fazla etkili olduğunu düşünüyorsanız, sol taraftaki 7 sayısını işaretlemeniz gerekmektedir.

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------------

Örnek 3

Eğer sağ taraftaki yarı-otomatik sistemlerin sol taraftaki manuel sistemlerden “biraz”dan daha çok ve “fazla”dan daha az etkili olduğunu düşünüyorsanız, sağ taraftaki 4 sayısını (ölçekte olmayan ara değer) işaretlemeniz gerekmektedir.

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------------

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Ürün çeşitliliği” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Dağıtım deposu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İmalat deposu
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------------

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Stok seviyeleri” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Ürün çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mal kabul karakteri
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------------------

Yatırım maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırımın geri dönüş oranı
Yatırımın geri dönüş oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İşlem hacmi
İşlem hacmi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok kapasitesi
Stok kapasitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırım maliyeti

Dağıtım deposu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İmalat deposu
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------------

Sipariş miktarı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Günlük sipariş sayısı
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------------

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
Yarı-otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otomatik sistemler
Otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manuel sistemler

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Mal kabul karakteri” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Boyut	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ağırlık
Ağırlık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diğer özellikler(hassaslık, güvenlik vb.)
Diğer özellikler(hassaslık, güvenlik vb.)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Boyut

İşlem hacmi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok kapasitesi
-------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------

Dağıtım deposu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İmalat deposu
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------------

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Boyut” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Ağırlık” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Diğer özellikler (Hassaslık, güvenlik vb.)” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Yatırım maliyeti” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Ürün çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok seviyeleri
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------

Sipariş miktarı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Günlük sipariş sayısı
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------------

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
Yarı-otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otomatik sistemler
Otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manuel sistemler

Tek sipariş toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kitle toplama
Kitle toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Alan toplama
Alan toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek sipariş toplama

İthaf edilmiş (Dedicated)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Rassal
Rassal	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sınıf-bazlı
Sınıf-bazlı (Class-based)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Korelasyonlu
Korelasyonlu (Correlated)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İthaf edilmiş

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Operasyonel maliyetlere” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Ürün çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok seviyeleri
Stok seviyeleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mal kabul karakteri
Mal kabul karakteri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün çeşitliliği

Boyut	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ağırlık
Ağırlık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diğer özellikler(Hassaslık, güvenlik vb.)
Diğer özellikler(Hassaslık, güvenlik vb.)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Boyut

Yatırım maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İşlem hacmi
İşlem hacmi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok kapasitesi
Stok kapasitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tepki süresi
Tepki süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş yerine getirme kalitesi
Sipariş yerine getirme kalitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırım maliyeti

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Satır sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş miktarı
Sipariş miktarı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Günlük sipariş sayısı
Günlük sipariş sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Satır sayısı

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
Yarı-otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otomatik sistemler
Otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manuel sistemler

Tek sipariş toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kitle toplama
Kitle toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Alan toplama
Alan toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek sipariş toplama

İthaf edilmiş	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Rassal
Rassal	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sınıf-bazlı
Sınıf-bazlı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Korelasyonlu
Korelasyonlu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İthaf edilmiş

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Yatırımın geri dönüş oranı” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Ürün çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok seviyeleri
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------

Yatırım maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel maliyetler
Operasyonel maliyetler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İşlem hacmi
İşlem hacmi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tepki süresi
Tepki süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş yerine getirme kalitesi
Sipariş yerine getirme kalitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırım maliyeti

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
Yarı-otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otomatik sistemler
Otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manuel sistemler

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Esneklik” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Ürün çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok seviyeleri
Stok seviyeleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mal kabul karakteri
Mal kabul karakteri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün çeşitliliği

Yatırım maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İşlem hacmi
İşlem hacmi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tepki süresi
Tepki süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırım maliyeti

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Satır sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş miktarı
Sipariş miktarı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Günlük sipariş sayısı
Günlük sipariş sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Satır sayısı

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
Yarı-otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otomatik sistemler
Otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manuel sistemler

Tek sipariş toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kitle toplama
Kitle toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Alan toplama
Alan toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek sipariş toplama

İthaf edilmiş	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Rassal
Rassal	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sınıf-bazlı
Sınıf-bazlı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Korelasyonlu
Korelasyonlu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İthaf edilmiş

Aşağıdaki öğelerden hangisi “İşlem hacmi” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Ürün çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok seviyeleri
Stok seviyeleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mal kabul karakteri
Mal kabul karakteri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün çeşitliliği

Yatırım maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel maliyetler
Operasyonel maliyetler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok kapasitesi
Stok kapasitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tepki süresi
Tepki süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırım maliyeti

Satır sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş miktarı
Sipariş miktarı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Günlük sipariş sayısı
Günlük sipariş sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Satır sayısı

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
Yarı-otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otomatik sistemler
Otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manuel sistemler

Tek sipariş toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kitle toplama
Kitle toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Alan toplama
Alan toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek sipariş toplama

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Stok kapasitesi” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Ürün çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok seviyeleri
Stok seviyeleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mal kabul karakteri
Mal kabul karakteri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ürün çeşitliliği

Boyut	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diğer özellikler(Hassaslık, güvenlik vb.)
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Yatırım maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Esneklik
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Sipariş miktarı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Günlük sipariş sayısı
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------------

İthaf edilmiş	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Rassal
Rassal	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sınıf-bazlı
Sınıf-bazlı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Korelasyonlu
Korelasyonlu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İthaf edilmiş

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Tepki süresi” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Stok seviyeleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mal kabul karakteri
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------------------

Esneklik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İşlem hacmi
İşlem hacmi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş yerine getirme kalitesi
Sipariş yerine getirme kalitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Esneklik

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Satır sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş miktarı
Sipariş miktarı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Günlük sipariş sayısı
Günlük sipariş sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Satır sayısı

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
Yarı-otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otomatik sistemler
Otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manuel sistemler

Tek sipariş toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kitle toplama
Kitle toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Alan toplama
Alan toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek sipariş toplama

İthaf edilmiş	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Rassal
Rassal	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sınıf-bazlı
Sınıf-bazlı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Korelasyonlu
Korelasyonlu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İthaf edilmiş

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Sipariş yerine getirme kalitesi” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Yatırım maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel maliyetler
Operasyonel maliyetler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İşlem hacmi
İşlem hacmi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tepki süresi
Tepki süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırım maliyeti

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Satır sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş miktarı
Sipariş miktarı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Günlük sipariş sayısı
Günlük sipariş sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Satır sayısı

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
Yarı-otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otomatik sistemler
Otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manuel sistemler

Tek sipariş toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kitle toplama
Kitle toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Alan toplama
Alan toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek sipariş toplama

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Dağıtım deposu” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Yatırım maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel maliyetler
Operasyonel maliyetler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırımın geri dönüş oranı
Yatırımın geri dönüş oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Esneklik
Esneklik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İşlem hacmi
İşlem hacmi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok kapasitesi
Stok kapasitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tepki süresi
Tepki süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş yerine getirme kalitesi
Sipariş yerine getirme kalitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırım maliyeti

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Aşağıdaki öğelerden hangisi “İmalat deposu” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Yatırım maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel maliyetler
Operasyonel maliyetler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırımın geri dönüş oranı
Yatırımın geri dönüş oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Esneklik
Esneklik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İşlem hacmi
İşlem hacmi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok kapasitesi
Stok kapasitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tepki süresi
Tepki süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş yerine getirme kalitesi
Sipariş yerine getirme kalitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırım maliyeti

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Satır sayısı” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Tepki süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş yerine getirme kalitesi
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------------------------------

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Sipariş miktarı” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Tepki süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş yerine getirme kalitesi
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------------------------------

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Günlük sipariş sayısı” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Tepki süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş yerine getirme kalitesi
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------------------------------

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Manuel sistemler” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Ürün çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok seviyeleri
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------

Boyut	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ağırlık
Ağırlık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diğer özellikler(Hassaslık, güvenlik vb.)
Diğer özellikler(Hassaslık, güvenlik vb.)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Boyut

Yatırım maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel maliyetler
Operasyonel maliyetler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırımın geri dönüş oranı
Yatırımın geri dönüş oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Esneklik
Esneklik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İşlem hacmi
İşlem hacmi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tepki süresi
Tepki süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş yerine getirme kalitesi
Sipariş yerine getirme kalitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırım maliyeti

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Satır sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş miktarı
Sipariş miktarı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Günlük sipariş sayısı
Günlük sipariş sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Satır sayısı

Tek sipariş toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kitle toplama
Kitle toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Alan toplama
Alan toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek sipariş toplama

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Yarı-otomatik sistemler” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Ürün çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok seviyeleri
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------

Boyut	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ağırlık
Ağırlık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diğer özellikler(Hassaslık, güvenlik vb.)
Diğer özellikler(Hassaslık, güvenlik vb.)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Boyut

Yatırım maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel maliyetler
Operasyonel maliyetler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırımın geri dönüş oranı
Yatırımın geri dönüş oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Esneklik
Esneklik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İşlem hacmi
İşlem hacmi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tepki süresi
Tepki süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş yerine getirme kalitesi
Sipariş yerine getirme kalitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırım maliyeti

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Satır sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş miktarı
Sipariş miktarı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Günlük sipariş sayısı
Günlük sipariş sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Satır sayısı

Tek sipariş toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kitle toplama
Kitle toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Alan toplama
Alan toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek sipariş toplama

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Otomatik sistemler” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Ürün çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok seviyeleri
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------

Boyut	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ağırlık
Ağırlık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diğer özellikler(Hassaslık, güvenlik vb.)
Diğer özellikler(Hassaslık, güvenlik vb.)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Boyut

Yatırım maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel maliyetler
Operasyonel maliyetler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırımın geri dönüş oranı
Yatırımın geri dönüş oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Esneklik
Esneklik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İşlem hacmi
İşlem hacmi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tepki süresi
Tepki süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş yerine getirme kalitesi
Sipariş yerine getirme kalitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırım maliyeti

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Satır sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş miktarı
Sipariş miktarı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Günlük sipariş sayısı
Günlük sipariş sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Satır sayısı

Tek sipariş toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kitle toplama
Kitle toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Alan toplama
Alan toplama	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek sipariş toplama

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Tek sipariş toplama” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Boyut	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ağırlık
Ağırlık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diğer özellikler(Hassaslık, güvenlik vb.)
Diğer özellikler(Hassaslık, güvenlik vb.)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Boyut

Esneklik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İşlem hacmi
İşlem hacmi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tepki süresi
Tepki süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş yerine getirme kalitesi
Sipariş yerine getirme kalitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Esneklik

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Satır sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş miktarı
Sipariş miktarı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Günlük sipariş sayısı
Günlük sipariş sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Satır sayısı

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
Yarı-otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otomatik sistemler
Otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manuel sistemler

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Kitle toplama” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Boyut	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ağırlık
Ağırlık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diğer özellikler(Hassaslık, güvenlik vb.)
Diğer özellikler(Hassaslık, güvenlik vb.)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Boyut

Esneklik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İşlem hacmi
İşlem hacmi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tepki süresi
Tepki süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş yerine getirme kalitesi
Sipariş yerine getirme kalitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Esneklik

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Satır sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş miktarı
Sipariş miktarı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Günlük sipariş sayısı
Günlük sipariş sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Satır sayısı

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
Yarı-otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otomatik sistemler
Otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manuel sistemler

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Alan toplama” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Boyut	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ağırlık
Ağırlık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diğer özellikler(Hassaslık, güvenlik vb.)
Diğer özellikler(Hassaslık, güvenlik vb.)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Boyut

Esneklik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İşlem hacmi
İşlem hacmi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tepki süresi
Tepki süresi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş yerine getirme kalitesi
Sipariş yerine getirme kalitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Esneklik

Tek-ürün	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Koli
Koli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Palet
Palet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tek-ürün

Satır sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sipariş miktarı
Sipariş miktarı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Günlük sipariş sayısı
Günlük sipariş sayısı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Satır sayısı

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
Yarı-otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otomatik sistemler
Otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manuel sistemler

Aşağıdaki öğelerden hangisi “İthaf edilmiş stok politikası” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Ürün çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok seviyeleri
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
Yarı-otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otomatik sistemler
Otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manuel sistemler

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Rassal stok politikası” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
Yarı-otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otomatik sistemler
Otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manuel sistemler

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Sınıf-bazlı stok politikası” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Ürün çeşitliliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stok seviyeleri
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
Yarı-otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otomatik sistemler
Otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manuel sistemler

Aşağıdaki öğelerden hangisi “Korelasyonlu stok politikası” üzerinde daha etkilidir?

1=Eşit etkide 3=Biraz daha etkili 5=Fazla etkili 7=Çok fazla etkili 9=Aşırı derecede etkili

Manuel sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yarı-otomatik sistemler
Yarı-otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otomatik sistemler
Otomatik sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manuel sistemler

EK A2 Anket Cevapları

Soru no.	Referans	İkili karşılaştırılan kriterler	1. Yanıtlar	2. Yanıtlar	3. Yanıtlar	Geometrik ortalama	
1	A1	E1 - E2	3	6	4	4,16	
2	A2	A1 - A3	3	2	6	3,30	
3	"	C1 - C3	1	1	1	1,00	
4	"	C3 - C5	1/2	5	4	2,15	
5	"	C5 - C6	2	1/3	1/5	0,51	1,96
6	"	C6 - C1	1	1/6	1/2	0,44	2,27
7	"	E1 - E2	2	1	1/3	0,87	1,15
8	"	F2 - F3	1	1/7	1/5	0,31	3,23
9	"	G1 - G2	3	1	3	2,08	
10	"	G2 - G3	3	1	3	2,08	
11	"	G3 - G1	1/5	1	1/5	0,34	2,94
12	A3	B1 - B2	1	1	3	1,44	
13	"	B2 - B3	1/3	1/7	1/4	0,23	4,35
14	"	B3 - B1	3	7	2	3,48	
15	"	C5 - C6	3	1	3	2,08	
16	"	E1 - E2	1	7	1	1,91	
17	B1	D1 - D2	1	8	1/4	1,26	
18	"	D2 - D3	1	8	1/4	1,26	
19	"	D3 - D1	1	1/9	7	0,92	1,09
20	B2	D1 - D2	1/3	8	1/4	0,87	1,15
21	"	D2 - D3	1/3	8	1/4	0,87	1,15
22	"	D3 - D1	5	1/9	7	1,57	
23	B3	D1 - D2	1	8	4	3,17	
24	"	D2 - D3	1	8	2	2,52	
25	"	D3 - D1	1	1/9	1/5	0,28	3,57
26	C1	A1 - A2	3	4	1/4	1,44	
27	"	F2 - F3	1/3	7	1/5	0,78	1,28
28	"	G1 - G2	1/3	1/6	1/4	0,24	4,17
29	"	G2 - G3	1/3	1/7	1/5	0,21	4,76
30	"	G3 - G1	6	9	7	7,23	
31	"	H1 - H2	1	8	1/4	1,26	
32	"	H2 - H3	1	1/8	1/2	0,40	2,50
33	"	H3 - H1	1	1	5	1,71	
34	"	I1 - I2	1	7	4	3,04	
35	"	I2 - I3	1	1/7	1/2	0,41	2,44
36	"	I3 - I4	1	2	1/4	0,79	1,27
37	"	I4 - I1	1	1	1	1,00	
38	C2	A1 - A2	3	2	1/6	1,00	
39	"	A2 - A3	1	6	4	2,88	
40	"	A3 - A1	1/3	1/5	1/5	0,24	4,17
41	"	B1 - B2	2	3	2	2,29	
42	"	B2 - B3	1/2	1/3	1/6	0,30	3,33
43	"	B3 - B1	2	1/4	4	1,26	
44	"	C1 - C5	2	1	8	2,52	
45	"	C5 - C6	3	7	1/6	1,52	
46	"	C6 - C7	1/3	1/3	5	0,82	1,22
47	"	C7 - C8	1	2	3	1,82	
48	"	C8 - C1	1	3	1/9	0,69	1,45
49	"	D1 - D2	1/3	1/2	1/5	0,32	3,13

Soru no.	Referans	İkili karşılaştırılan kriterler	1. Yanıtlar	2. Yanıtlar	3. Yanıtlar	Geometrik ortalama	
50	"	D2 - D3	1/4	1/4	1/3	0,28	3,57
51	"	D3 - D1	6	5	7	5,94	
52	"	F1 - F2	3	6	4	4,16	
53	"	F2 - F3	1/3	6	1/6	0,69	1,45
54	"	F3 - F1	1/3	1/7	2	0,46	2,17
55	"	G1 - G2	3	1/5	4	1,34	
56	"	G2 - G3	3	1/7	3	1,09	
57	"	G3 - G1	1/5	9	1/5	0,71	1,41
58	"	H1 - H2	2	1/2	3	1,44	
59	"	H2 - H3	1/2	1/5	1/2	0,37	2,70
60	"	H3 - H1	1	1	1/2	0,79	1,27
61	"	I1 - I2	1	5	1/3	1,19	
62	"	I2 - I3	1	1/7	3	0,75	1,33
63	"	I3 - I4	1	4	1/2	1,26	
64	"	I4 - I1	1	1/2	2	1,00	
65	C3	A1 - A2	2	2	3	2,29	
66	"	C1 - C2	1/3	1/3	1/3	0,33	3,03
67	"	C2 - C5	2	5	3	3,11	
68	"	C5 - C7	1/2	1/5	1/4	0,29	3,45
69	"	C7 - C8	1	1	1/2	0,79	1,27
70	"	C8 - C1	1	5	3	2,47	
71	"	G1 - G2	1/2	1/3	1/3	0,38	2,63
72	"	G2 - G3	1/2	1/4	1/3	0,35	2,86
73	"	G3 - G1	4	6	5	4,93	
74	C4	A1 - A2	3	5	5	4,22	
75	"	A2 - A3	2	1/2	1/3	0,69	1,45
76	"	A3 - A1	1/3	1/5	1/2	0,32	3,13
77	"	C1 - C5	3	1/5	5	1,44	
78	"	C5 - C7	1/2	1/3	1/4	0,35	2,86
79	"	C7 - C1	1/3	5	1/2	0,94	1,06
80	"	D1 - D2	3	3	1/4	1,31	
81	"	D2 - D3	2	3	1/2	1,44	
82	"	D3 - D1	1/4	1/7	5	0,56	1,79
83	"	F1 - F2	2	5	3	3,11	
84	"	F2 - F3	1/2	5	1/4	0,85	1,18
85	"	F3 - F1	1/2	1/6	2	0,55	1,82
86	"	G1 - G2	2	6	5	3,91	
87	"	G2 - G3	2	5	3	3,11	
88	"	G3 - G1	1/3	1/5	1/6	0,22	4,55
89	"	H1 - H2	1	3	3	2,08	
90	"	H2 - H3	1	1/3	1/3	0,48	2,08
91	"	H3 - H1	1	1/2	1/2	0,63	1,59
92	"	I1 - I2	1	1/3	1/6	0,38	2,63
93	"	I2 - I3	1	3	3	2,08	
94	"	I3 - I4	1	3	3	2,08	
95	"	I4 - I1	1	1/3	1/2	0,55	1,82
96	C5	A1 - A2	3	3	4	3,30	
97	"	A2 - A3	2	3	3	2,62	
98	"	A3 - A1	1/3	1/3	1/3	0,33	3,03
99	"	C1 - C2	3	1/3	5	1,71	
100	"	C2 - C6	1/2	3	3	1,65	

Soru no.	Referans	İkili karşılaştırılan kriterler	1. Yanıtlar	2. Yanıtlar	3. Yanıtlar	Geometrik ortalama	
101	"	C6 - C7	1/2	1/3	1/3	0,38	2,63
102	"	C7 - C1	1/3	3	1/3	0,69	1,45
103	"	F1 - F2	4	4	4	4,00	
104	"	F2 - F3	1/4	4	1/3	0,69	1,45
105	"	F3 - F1	1/2	1/8	3	0,57	1,75
106	"	G1 - G2	1/2	1/4	1/5	0,29	3,45
107	"	G2 - G3	1/2	1/4	1/5	0,29	3,45
108	"	G3 - G1	3	8	6	5,24	
109	"	H1 - H2	1	1/2	1/5	0,46	2,17
110	"	H2 - H3	1	1	2	1,26	
111	"	H3 - H1	1	3	4	2,29	
112	C6	A1 - A2	1/3	3	1/4	0,63	1,59
113	"	A2 - A3	3	3	5	3,56	
114	"	A3 - A1	1/3	1/3	1/2	0,38	2,63
115	"	B1 - B3	3	3	3	3,00	
116	"	C1 - C4	1/2	3	4	1,82	
117	"	D1 - D2	1/3	3	1/4	0,63	1,59
118	"	D2 - D3	1/3	3	1/4	0,63	1,59
119	"	D3 - D1	4	1/3	5	1,88	
120	"	F2 - F3	3	1	3	2,08	
121	"	I1 - I2	3	3	3	3,00	
122	"	I2 - I3	1/2	1/4	1/2	0,40	2,50
123	"	I3 - I4	1	1/4	1/2	0,50	2,00
124	"	I4 - I1	1/3	2	1	0,87	1,15
125	C7	A2 - A3	2	1/2	3	1,44	
126	"	C4 - C5	3	1	3	2,08	
127	"	C5 - C8	1/3	1/3	1/3	0,33	3,03
128	"	C8 - C4	1	3	2	1,82	
129	"	D1 - D2	1/3	5	1/4	0,75	1,33
130	"	D2 - D3	1/3	5	1/3	0,82	1,22
131	"	D3 - D1	1/5	1/5	1/5	0,20	5,00
132	"	F1 - F2	3	6	4	4,16	
133	"	F2 - F3	1/3	1/6	1/2	0,30	3,33
134	"	F3 - F1	1/2	1/5	1/2	0,37	2,70
135	"	G1 - G2	1/3	1/2	1/4	0,35	2,86
136	"	G2 - G3	1/3	1/2	1/3	0,38	2,63
137	"	G3 - G1	5	3	5	4,22	
138	"	H1 - H2	1	6	3	2,62	
139	"	H2 - H3	1	1/5	1/3	0,41	2,44
140	"	H3 - H1	1	7	1/2	1,52	
141	"	I1 - I2	1	6	4	2,88	
142	"	I2 - I3	1	1/6	1/6	0,30	3,33
143	"	I3 - I4	1	8	3	2,88	
144	"	I4 - I1	1	1/3	2	0,87	1,15
145	C8	C1 - C2	3	5	4	3,91	
146	"	C2 - C5	1/3	2	1/3	0,61	1,64
147	"	C5 - C7	1/3	1/2	1/2	0,44	2,27
148	"	C7 - C1	1/2	1	1/2	0,63	1,59
149	"	D1 - D2	1	3	1/2	1,14	
150	"	D2 - D3	1	3	1	1,44	
151	"	D3 - D1	1	1/3	3	1,00	

Soru no.	Referans	İkili karşılaştırılan kriterler	1. Yanıtlar	2. Yanıtlar	3. Yanıtlar	Geometrik ortalama	
152	"	F1 - F2	3	3	4	3,30	
153	"	F2 - F3	1/3	1/3	1/4	0,30	3,33
154	"	F3 - F1	1/2	1/5	1/3	0,32	3,13
155	"	G1 - G2	1/3	1/4	1/5	0,26	3,85
156	"	G2 - G3	1/3	1/5	1/3	0,28	3,57
157	"	G3 - G1	7	7	6	6,65	
158	"	H1 - H2	1	4	5	2,71	
159	"	H2 - H3	1	1/4	1/3	0,44	2,27
160	"	H3 - H1	1	1/2	1/4	0,50	2,00
161	E1	C1 - C2	1/2	1	1/3	0,55	1,82
162	"	C2 - C3	2	1/3	1/3	0,61	1,64
163	"	C3 - C4	1/4	2	1/4	0,50	2,00
164	"	C4 - C5	1	2	1	1,26	
165	"	C5 - C6	3	5	5	4,22	
166	"	C6 - C7	1/3	1/5	1/4	0,26	3,85
167	"	C7 - C8	1	1	1	1,00	
168	"	C8 - C1	3	3	4	3,30	
169	"	D1 - D2	3	3	3	3,00	
170	"	D2 - D3	1	3	1	1,44	
171	"	D3 - D1	1	1/3	1/3	0,48	2,08
172	E2	C1 - C2	4	1	3	2,29	
173	"	C2 - C3	3	3	2	2,62	
174	"	C3 - C4	2	3	2	2,29	
175	"	C4 - C5	1	1/2	1	0,79	1,27
176	"	C5 - C6	1/3	1/3	1/6	0,26	3,85
177	"	C6 - C7	3	4	5	3,91	
178	"	C7 - C8	1	3	2	1,82	
179	"	C8 - C1	1/2	1/4	1/3	0,35	2,86
180	"	D1 - D2	1/4	3	1/3	0,63	1,59
181	"	D2 - D3	1/3	3	1/2	0,79	1,27
182	"	D3 - D1	3	1/3	3	1,44	
183	F1	C7 - C8	1	3	1	1,44	
184	"	D1 - D2	3	3	3	3,00	
185	"	D2 - D3	3	3	3	3,00	
186	"	D3 - D1	1/5	1/3	1/4	0,26	3,85
187	F2	C7 - C8	1	3	3	2,08	
188	"	D1 - D2	1	3	3	2,08	
189	"	D2 - D3	1	3	2	1,82	
190	"	D3 - D1	1	1/4	1/3	0,44	2,27
191	F3	C7 - C8	1	3	3	2,08	
192	G1	A1 - A2	3	1	4	2,29	
193	"	B1 - B2	1	1	1	1,00	
194	"	B2 - B3	1	1	1/3	0,69	1,45
195	"	B3 - B1	1	1	3	1,44	
196	"	C1 - C2	3	3	4	3,30	
197	"	C2 - C3	1/3	5	1/4	0,75	1,33
198	"	C3 - C4	3	1	1/5	0,84	1,19
199	"	C4 - C5	1/2	3	3	1,65	
200	"	C5 - C7	1	1/2	1	0,79	1,27
201	"	C7 - C8	1	3	1	1,44	
202	"	C8 - C1	1/2	1	1/4	0,50	2,00

Soru no.	Referans	İkili karşılaştırılan kriterler	1. Yanıtlar	2. Yanıtlar	3. Yanıtlar	Geometrik ortalama	
203	"	D1 - D2	1	3	1	1,44	
204	"	D2 - D3	1	3	3	2,08	
205	"	D3 - D1	1	1/3	1/4	0,44	2,27
206	"	F1 - F2	3	1	2	1,82	
207	"	F2 - F3	1/3	3	1/4	0,63	1,59
208	"	F3 - F1	1/2	1/3	1/2	0,44	2,27
209	"	H1 - H2	1	1/2	1/2	0,63	1,59
210	"	H2 - H3	1	3	1/2	1,14	
211	"	H3 - H1	1	2	3	1,82	
212	G2	A1 - A2	3	6	3	3,78	
213	"	B1 - B2	1	2	1	1,26	
214	"	B2 - B3	1	1	1/2	0,79	1,27
215	"	B3 - B1	1	1/6	1/3	0,38	2,63
216	"	C1 - C2	1/3	1	1/3	0,48	2,08
217	"	C2 - C3	3	3	3	3,00	
218	"	C3 - C4	1/3	1/2	1/3	0,38	2,63
219	"	C4 - C5	3	1/3	3	1,44	
220	"	C5 - C7	1/3	1	1/4	0,44	2,27
221	"	C7 - C8	1	1	1/2	0,79	1,27
222	"	C8 - C1	3	1/2	3	1,65	
223	"	D1 - D2	1	5	2	2,15	
224	"	D2 - D3	1	5	4	2,71	
225	"	D3 - D1	1	1/5	1/4	0,37	2,70
226	"	F1 - F2	3	3	4	3,30	
227	"	F2 - F3	1/3	1/4	1/3	0,30	3,33
228	"	F3 - F1	1/2	1/4	1/3	0,35	2,86
229	"	H1 - H2	1	1	1/3	0,69	1,45
230	"	H2 - H3	1	1	1/2	0,79	1,27
231	"	H3 - H1	1	1	4	1,59	
232	G3	A1 - A2	3	6	4	4,16	
233	"	B1 - B2	1	5	1	1,71	
234	"	B2 - B3	1	1	2	1,26	
235	"	B3 - B1	1	1/5	1/2	0,46	2,17
236	"	C1 - C2	1	3	1/5	0,84	1,19
237	"	C2 - C3	1	1/5	1/3	0,41	2,44
238	"	C3 - C4	3	2	1/3	1,26	
239	"	C4 - C5	1/3	1/6	1/4	0,24	4,17
240	"	C5 - C7	1/3	2	1/4	0,55	1,82
241	"	C7 - C8	1	1/4	1/4	0,40	2,50
242	"	C8 - C1	1/2	1	5	1,36	
243	"	D1 - D2	1	5	2	2,15	
244	"	D2 - D3	1	5	1	1,71	
245	"	D3 - D1	1	1/5	1/2	0,46	2,17
246	"	F1 - F2	3	5	4	3,91	
247	"	F2 - F3	1/3	1/3	1/3	0,33	3,03
248	"	F3 - F1	1/2	1/6	1/3	0,30	3,33
249	"	H1 - H2	1	5	3	2,47	
250	"	H2 - H3	1	1/3	1/3	0,48	2,08
251	"	H3 - H1	1	4	1/2	1,26	
252	H1	B1 - B2	1	1	1	1,00	
253	"	B2 - B3	1	1	1	1,00	

Soru no.	Referans	İkili karşılaştırılan kriterler	1. Yanıtlar	2. Yanıtlar	3. Yanıtlar	Geometrik ortalama	
254	"	B3 - B1	1	1	1	1,00	
255	"	C4 - C5	1/3	2	3	1,26	
256	"	C5 - C7	1	1/2	1/2	0,63	1,59
257	"	C7 - C8	1	2	1/4	0,79	1,27
258	"	C8 - C4	1	1/3	3	1,00	
259	"	D1 - D2	3	1/3	2	1,26	
260	"	D2 - D3	1	1/4	1/3	0,44	2,27
261	"	D3 - D1	1/3	4	4	1,75	
262	"	F1 - F2	3	1/5	1/4	0,53	1,89
263	"	F2 - F3	1/3	3	3	1,44	
264	"	F3 - F1	1/2	2	3	1,44	
265	"	G1 - G2	1	1	1	1,00	
266	"	G2 - G3	1	1	1	1,00	
267	"	G3 - G1	1	1	1	1,00	
268	H2	B1 - B2	1	2	2	1,59	
269	"	B2 - B3	1	1	1	1,00	
270	"	B3 - B1	1	1/2	1/2	0,63	1,59
271	"	C4 - C5	1/3	1/3	1/4	0,30	3,33
272	"	C5 - C7	1	3	3	2,08	
273	"	C7 - C8	1	3	3	2,08	
274	"	C8 - C4	1	1/2	1/3	0,55	1,82
275	"	D1 - D2	3	4	2	2,88	
276	"	D2 - D3	1	1/2	1	0,79	1,27
277	"	D3 - D1	1/3	1/2	1/3	0,38	2,63
278	"	F1 - F2	3	5	3	3,56	
279	"	F2 - F3	1/3	1/4	1/4	0,28	3,57
280	"	F3 - F1	1/2	1/3	1/2	0,44	2,27
281	"	G1 - G2	1	1	1	1,00	
282	"	G2 - G3	1	1	1	1,00	
283	"	G3 - G1	1	1	1	1,00	
284	H3	B1 - B2	1	1	1	1,00	
285	"	B2 - B3	1	1	1	1,00	
286	"	B3 - B1	1	1	1	1,00	
287	"	C4 - C5	3	1/3	1/4	0,63	1,59
288	"	C5 - C7	1	1	1/2	0,79	1,27
289	"	C7 - C8	1	1	2	1,26	
290	"	C8 - C4	1	1/2	4	1,26	
291	"	D1 - D2	3	2	1	1,82	
292	"	D2 - D3	1	1/2	1	0,79	1,27
293	"	D3 - D1	1/3	3	1	1,00	
294	"	F1 - F2	3	3	5	3,56	
295	"	F2 - F3	1/3	1/4	1/4	0,28	3,57
296	"	F3 - F1	1/2	2	1/2	0,79	1,27
297	"	G1 - G2	1	1	1	1,00	
298	"	G2 - G3	1	1	1	1,00	
299	"	G3 - G1	1	1	1	1,00	
300	I1	A1 - A2	1/2	1/4	1/3	0,35	2,86
301	"	G1 - G2	1	1	1	1,00	
302	"	G2 - G3	1	1	1	1,00	
303	"	G3 - G1	1	1	1	1,00	
304	I2	G1 - G2	1	1	1	1,00	

Soru no.	Referans	İkili karşılaştırılan kriterler	1. Yanıtlar	2. Yanıtlar	3. Yanıtlar	Geometrik ortalama
305	"	G2 - G3	1	1	1	1,00
306	"	G3 - G1	1	1	1	1,00
307	I3	A1 - A2	3	3	5	3,56
308	"	G1 - G2	1	1	1	1,00
309	"	G2 - G3	1	1	1	1,00
310	"	G3 - G1	1	1	1	1,00
311	I4	G1 - G2	1	1	1	1,00
312	"	G2 - G3	1	1	1	1,00
313	"	G3 - G1	1	1	1	1,00



EK B

Tablo B.1 Bileşen Matrisi

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	0,1429	0,5000	0,1250	0,3333	0,0000	0,0000	0,1667	0,0000	0,5000
B	0,1429	0,0000	0,1250	0,3333	0,0000	0,0000	0,1667	0,2000	0,0000
C	0,1429	0,0000	0,1250	0,0000	0,5000	0,5000	0,1667	0,2000	0,0000
D	0,1429	0,5000	0,1250	0,0000	0,5000	0,5000	0,1667	0,2000	0,0000
E	0,1429	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
F	0,1429	0,0000	0,1250	0,3333	0,0000	0,0000	0,1667	0,2000	0,0000
G	0,1429	0,0000	0,1250	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2000	0,5000
H	0,0000	0,0000	0,1250	0,0000	0,0000	0,0000	0,1667	0,0000	0,0000
I	0,0000	0,0000	0,1250	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tablo B.2 Ağırlıklandırılmamış süpermatris

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	D1	D2	D3
A1	0,0000	0,7674	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,5902	0,4639	0,6961	0,6364	0,6015	0,3439	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
A2	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4098	0,4103	0,3040	0,1493	0,2585	0,5182	0,5902	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
A3	0,0000	0,2326	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1259	0,0000	0,2143	0,1400	0,1380	0,4098	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
B1	0,0000	0,0000	0,1981	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3652	0,0000	0,0000	0,0000	0,7500	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000
B2	0,0000	0,0000	0,1442	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1521	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
B3	0,0000	0,0000	0,6577	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,4827	0,0000	0,0000	0,0000	0,2500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C1	0,0000	0,3724	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2680	0,1033	0,3635	0,3078	0,6454	0,0000	0,3584	0,0000	0,0000	0,0000
C2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2807	0,0000	0,2132	0,0000	0,0000	0,1023	0,0000	0,0000	0,0000
C3	0,0000	0,3105	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3546	0,3118	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C5	0,0000	0,1204	0,6753	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1787	0,0810	0,1970	0,0000	0,0000	0,1614	0,2121	0,0000	0,0000	0,0000
C6	0,0000	0,1968	0,3247	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1819	0,0000	0,0000	0,1735	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2269	0,2504	0,4395	0,3056	0,0000	0,0000	0,3272	0,0000	0,0000	0,0000
C8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1446	0,2847	0,0000	0,0000	0,0000	0,5268	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D1	0,0000	0,0000	0,0000	0,3691	0,2702	0,6147	0,0000	0,0920	0,0000	0,4300	0,0000	0,2215	0,4846	0,3469	0,0000	0,0000	0,0000
D2	0,0000	0,0000	0,0000	0,3321	0,3291	0,2536	0,0000	0,2333	0,0000	0,3340	0,0000	0,3190	0,3207	0,3590	0,0000	0,0000	0,0000
D3	0,0000	0,0000	1,0000	0,2988	0,4007	0,1317	0,0000	0,6747	0,0000	0,2360	0,0000	0,4595	0,1947	0,2941	0,0000	0,0000	0,0000
E1	0,8062	0,4651	0,6564	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E2	0,1938	0,5349	0,3436	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
F1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5939	0,0000	0,5407	0,5612	0,0000	0,6007	0,5969	0,0000	0,0000	0,0000
F2	0,0000	0,2364	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4386	0,1567	0,0000	0,1967	0,1633	0,6753	0,1117	0,1233	1,0000	1,0000	1,0000
F3	0,0000	0,7636	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5614	0,2494	0,0000	0,2626	0,2755	0,3247	0,2876	0,2798	0,0000	0,0000	0,0000
G1	0,0000	0,5418	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3968	0,4072	0,4057	0,6608	0,0951	0,0000	0,1180	0,0800	0,0000	0,0000	0,0000
G2	0,0000	0,2963	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3160	0,3074	0,3199	0,2345	0,2497	0,0000	0,2783	0,2419	0,0000	0,0000	0,0000
G3	0,0000	0,1620	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2872	0,2854	0,2744	0,1047	0,6552	0,0000	0,6037	0,6780	0,0000	0,0000	0,0000
H1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4155	0,3889	0,0000	0,4660	0,1829	0,0000	0,3649	0,5251	0,0000	0,0000	0,0000
H2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2194	0,2022	0,0000	0,1920	0,4363	0,0000	0,1640	0,1631	0,0000	0,0000	0,0000
H3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3651	0,4089	0,0000	0,3421	0,3808	0,0000	0,4711	0,3118	0,0000	0,0000	0,0000
I1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3198	0,2486	0,0000	0,1876	0,0000	0,3438	0,2604	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
I2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1047	0,2153	0,0000	0,4811	0,0000	0,0974	0,1097	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
I3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2542	0,2949	0,0000	0,2255	0,0000	0,2070	0,4432	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
I4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3213	0,2412	0,0000	0,1057	0,0000	0,3518	0,1867	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tablo B.2 Ağırlıklandırılmamış süpermatris

	E1	E2	F1	F2	F3	G1	G2	G3	H1	H2	H3	I1	I2	I3	I4
A1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6961	0,7908	0,8062	0,0000	0,0000	0,0000	0,2591	0,0000	0,7807	1,0000
A2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3040	0,2092	0,1938	0,0000	0,0000	0,0000	0,7409	1,0000	0,2193	0,0000
A3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
B1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2906	0,4763	0,4889	0,3333	0,4429	0,3333	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
B2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2899	0,2731	0,2852	0,3333	0,2786	0,3333	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
B3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4195	0,2506	0,2258	0,3333	0,2786	0,3333	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C1	0,0440	0,2596	0,0000	0,0000	0,0000	0,2666	0,0969	0,1207	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C2	0,0771	0,1403	0,0000	0,0000	0,0000	0,0873	0,1938	0,0861	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C3	0,1213	0,0659	0,0000	0,0000	0,0000	0,1251	0,0620	0,1263	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C4	0,2332	0,0354	0,0000	0,0000	0,0000	0,1596	0,1558	0,0611	0,2613	0,1664	0,1778	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C5	0,1788	0,0554	0,0000	0,0000	0,0000	0,1038	0,1029	0,1573	0,1843	0,5092	0,2662	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C6	0,0412	0,2642	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C7	0,1544	0,1062	0,5902	0,6753	0,6753	0,1427	0,2220	0,1771	0,2605	0,2250	0,3183	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C8	0,1501	0,0729	0,4098	0,3247	0,3247	0,1150	0,1667	0,2715	0,2940	0,0894	0,2378	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D1	0,5549	0,2480	0,6105	0,5150	0,0000	0,4623	0,5298	0,5152	0,2815	0,5781	0,5388	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D2	0,2360	0,3523	0,2701	0,2936	0,0000	0,3521	0,3184	0,2657	0,2212	0,1910	0,2314	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D3	0,2091	0,3997	0,1195	0,1913	0,0000	0,1857	0,1518	0,1992	0,4973	0,2309	0,2298	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
F1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5023	0,5846	0,6256	0,2301	0,5577	0,4733	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
F2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2197	0,1244	0,1167	0,4486	0,1191	0,1227	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
F3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2780	0,2910	0,2577	0,3213	0,3232	0,4040	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
G1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333
G2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333
G3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333
H1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2271	0,2469	0,3899	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
H2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3946	0,3409	0,1806	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
H3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3783	0,4122	0,4295	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
I1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
I2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
I3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
I4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tablo B.3 Ağırlıklandırılmış supermatris

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	D1	D2	D3
A1	0,0000	0,1535	0,0000	0,5000	0,5000	0,5000	0,0984	0,0580	0,2320	0,0909	0,1203	0,0573	0,0000	0,1667	0,3333	0,3333	0,3333
A2	0,0000	0,0000	0,1667	0,0000	0,0000	0,0000	0,0683	0,0513	0,1013	0,0213	0,0517	0,0864	0,0843	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
A3	0,0000	0,0465	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0157	0,0000	0,0306	0,0280	0,0230	0,0586	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
B1	0,0000	0,0000	0,0330	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0457	0,0000	0,0000	0,0000	0,1250	0,0000	0,0000	0,3333	0,3333	0,3333
B2	0,0000	0,0000	0,0240	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0190	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
B3	0,0000	0,0000	0,1096	0,0000	0,0000	0,0000	0,1667	0,0603	0,0000	0,0000	0,0000	0,0417	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C1	0,0000	0,0745	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0335	0,0344	0,0519	0,0616	0,1076	0,0000	0,0597	0,0000	0,0000	0,0000
C2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0936	0,0000	0,0426	0,0000	0,0000	0,0171	0,0000	0,0000	0,0000
C3	0,0000	0,0621	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0591	0,0445	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C5	0,0000	0,0241	0,1126	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0223	0,0270	0,0281	0,0000	0,0000	0,0231	0,0354	0,0000	0,0000	0,0000
C6	0,0000	0,0394	0,0541	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0227	0,0000	0,0000	0,0347	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0284	0,0835	0,0628	0,0611	0,0000	0,0000	0,0545	0,0000	0,0000	0,0000
C8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0181	0,0949	0,0000	0,0000	0,0000	0,0753	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D1	0,0000	0,0000	0,0000	0,1846	0,1351	0,3074	0,0000	0,0115	0,0000	0,0614	0,0000	0,0369	0,0692	0,0578	0,0000	0,0000	0,0000
D2	0,0000	0,0000	0,0000	0,1661	0,1645	0,1268	0,0000	0,0292	0,0000	0,0477	0,0000	0,0532	0,0458	0,0598	0,0000	0,0000	0,0000
D3	0,0000	0,0000	0,1667	0,1494	0,2004	0,0658	0,0000	0,0843	0,0000	0,0337	0,0000	0,0766	0,0278	0,0490	0,0000	0,0000	0,0000
E1	0,8062	0,0930	0,1094	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E2	0,1938	0,1070	0,0573	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
F1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0742	0,0000	0,0772	0,1122	0,0000	0,0858	0,0995	0,0000	0,0000	0,0000
F2	0,0000	0,0473	0,1667	0,0000	0,0000	0,0000	0,0731	0,0196	0,0000	0,0281	0,0327	0,1126	0,0160	0,0206	0,3333	0,3333	0,3333
F3	0,0000	0,1527	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0936	0,0312	0,0000	0,0375	0,0551	0,0541	0,0411	0,0466	0,0000	0,0000	0,0000
G1	0,0000	0,1084	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0661	0,0509	0,1352	0,0944	0,0190	0,0000	0,0169	0,0133	0,0000	0,0000	0,0000
G2	0,0000	0,0593	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0527	0,0384	0,1066	0,0335	0,0499	0,0000	0,0398	0,0403	0,0000	0,0000	0,0000
G3	0,0000	0,0324	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0479	0,0357	0,0915	0,0150	0,1310	0,0000	0,0862	0,1130	0,0000	0,0000	0,0000
H1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0693	0,0486	0,0000	0,0666	0,0366	0,0000	0,0521	0,0875	0,0000	0,0000	0,0000
H2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0366	0,0253	0,0000	0,0274	0,0873	0,0000	0,0234	0,0272	0,0000	0,0000	0,0000
H3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0609	0,0511	0,0000	0,0489	0,0762	0,0000	0,0673	0,0520	0,0000	0,0000	0,0000
I1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0533	0,0311	0,0000	0,0268	0,0000	0,0573	0,0372	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
I2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0175	0,0269	0,0000	0,0687	0,0000	0,0162	0,0157	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
I3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0424	0,0369	0,0000	0,0322	0,0000	0,0345	0,0633	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
I4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0536	0,0302	0,0000	0,0151	0,0000	0,0586	0,0267	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tablo B.3 Ağırlıklandırılmış süpermatris

	E1	E2	F1	F2	F3	G1	G2	G3	H1	H2	H3	I1	I2	I3	I4
A1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1160	0,1318	0,1344	0,0000	0,0000	0,0000	0,1295	0,0000	0,3904	0,5000
A2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0507	0,0349	0,0323	0,0000	0,0000	0,0000	0,3705	0,5000	0,1097	0,0000
A3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
B1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0484	0,0794	0,0815	0,0667	0,0886	0,0667	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
B2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0483	0,0455	0,0475	0,0667	0,0557	0,0667	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
B3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0699	0,0418	0,0376	0,0667	0,0557	0,0667	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C1	0,0220	0,1298	0,0000	0,0000	0,0000	0,0444	0,0162	0,0201	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C2	0,0385	0,0702	0,0000	0,0000	0,0000	0,0146	0,0323	0,0143	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C3	0,0606	0,0330	0,0000	0,0000	0,0000	0,0209	0,0103	0,0211	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C4	0,1166	0,0177	0,0000	0,0000	0,0000	0,0266	0,0260	0,0102	0,0523	0,0333	0,0356	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C5	0,0894	0,0277	0,0000	0,0000	0,0000	0,0173	0,0172	0,0262	0,0369	0,1018	0,0532	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C6	0,0206	0,1321	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C7	0,0772	0,0531	0,2951	0,3377	0,6753	0,0238	0,0370	0,0295	0,0521	0,0450	0,0637	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C8	0,0751	0,0365	0,2049	0,1623	0,3247	0,0192	0,0278	0,0453	0,0588	0,0199	0,0476	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D1	0,2775	0,1240	0,3052	0,2575	0,0000	0,0770	0,0883	0,0859	0,0563	0,1156	0,1078	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D2	0,1180	0,1761	0,1350	0,1468	0,0000	0,0587	0,0531	0,0476	0,0442	0,0382	0,0463	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D3	0,1046	0,1999	0,0597	0,0957	0,0000	0,0309	0,0253	0,0332	0,0995	0,0462	0,0460	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
F1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0837	0,0974	0,1043	0,0460	0,1115	0,0947	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
F2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0366	0,0207	0,0194	0,0897	0,0238	0,0245	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
F3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0463	0,0485	0,0430	0,0643	0,0646	0,0808	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
G1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0667	0,0667	0,0667	0,1667	0,1667	0,1667	0,1667
G2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0667	0,0667	0,0667	0,1667	0,1667	0,1667	0,1667
G3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0667	0,0667	0,0667	0,1667	0,1667	0,1667	0,1667
H1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0379	0,0412	0,0650	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
H2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0658	0,0568	0,0301	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
H3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0630	0,0687	0,0716	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
I1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
I2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
I3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
I4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tablo B.4 Sınır matrisi

[illegible]

Tablo B.4 Sınır matrisi

[illegible]

ÖZGEÇMİŞ

1998 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde yüksek öğrenimine başladı. 2002 yılında bu bölümden mezun olduktan sonra İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Programına kayıt oldu. Yüksek Lisans Tezini “Depo Tasarım Sorunu Analizi: Bir AAS uygulaması” konusunda hazırlamış ve Nisan 2004 tarihinde teslim etmiştir.

