

ÇOK KRİTERLİ ENVANTER SINIFLANDIRMASINDA, ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ ANALİZİNİN UYGULANMASI

Ali ÖZDEMİR*

Onur ÖZVERİ**

ÖZET

Firmalar, gelecekte ortaya çıkabilecek talebi karşılamak amacıyla büyük miktarlarda envanteri ellerinde bulundurmaktadırlar. Firmalar önem düzeylerine göre sınıflandırdıkları daha az sayıda envanteri kontrol ederek müşteri ihtiyaçlarını daha etkin biçimde karşılamaktadırlar. Envanterlerin önem düzeyine göre sınıflandırılmasında kullanılan klasik ABC analizinde, envanter kaleminin fiyat ve miktarının çarpımıyla bulunan parasal değer dikkate alınmaktadır. Analitik Hiyerarşi Süreci analizi kullanılarak yapılan ABC analizinde ise, envanter kalemlerinin önem düzeylerine göre sınıflandırılmasında, iki ya da daha fazla kalitatif ve kantitatif kriter ele alınarak çok kriterli envanter sınıflandırması yapılmakta ve firmaların daha etkin envanter planı oluşturmaları sağlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Envanter Sınıflandırması, ABC Analizi, Analitik Hiyerarşi Süreci

1. Giriş

Global pazarların oluşması ile hem kaliteli hem de düşük maliyetli üretim yapma durumunda kalan firmalar öncelikle materyal yönetimi içerisinde yer alan envanterleri planlı bir şekilde kullanmaya çalışmaktadır. Materyal yönetiminde hangi materyalin hangi koşullar altında nerede bulunması gerektiği üzerinde durulur. Materyal yönetiminin satın alma ve stoklama faaliyetleri çerçevesinde envanterlere ihtiyaç gösterilir (Noori, Radford, 1995:424-426).

Envanter, gelecekte oluşabilecek talebi karşılamak amacıyla girişimcinin elinde bulundurduğu ürün miktarı olarak ifade edilir (Sipper, Bulfin,1997:206). Tüm işletme ve kuruluşlar, toplam varlıklarının önemli bir yerini tutan envanterlere ihtiyaç duyarlar. Finansal anlamda üretim firmalarının bilançolarında toplam varlıklarının %20 ile %60'ını envanterler oluşturmaktadır (Arnold, Chapman, 2004: 233).

Materyal yönetiminin önemli bir çalışma alanı olan envanter kontrolü, ihtiyaçların karşılanması, biriktirilmesi ve alınması gereken maddeler arasında denge kurulması için gereken örgütlenme işlemlerini yapmak olarak tanımlanır

* Dr., D.E.Ü. İ.İ.B.F. İşletme Bölümü, Buca/İZMİR.

** Yrd.Doç.Dr., D.E.Ü. İ.İ.B.F. İşletme Bölümü, Buca/İZMİR.

(Demir, Gümüšođlu, 2003:619). İşletmeler, etkili envanter kontrol yöntemlerini kullanarak, müşteri ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılayabilmekte ve tedarik ettiği ürünler ile stokları arasında bir denge kurabilmektedir. Envanter kontrolünde uygulanan belli başlı envanter kontrol yöntemleri; gözle kontrol yöntemi, tek kutu/çift kutu yöntemi, sabit sipariş dönemi yöntemi, sabit sipariş miktarı yöntemi, ABC yöntemi, istatistiksel öngörü teknikleri ve sezgisel yöntemler olarak sıralanabilir (Özdemir, 2000:19).

Bu çalışmada amaç, çok kriterli envanter sınıflandırmasında Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS: Analytic Hierarchy Process) analizi kullanılarak yapılan ABC analizi uygulanmasını tartışmak ve AHS ile klasik ABC analizi yönteminin sonuçları arasındaki farklılıkları ortaya koymak olduğu için, öncelikle envanter kontrol yöntemlerinden klasik ABC yöntemi üzerine durulmakta ve daha sonra çok kriterli envanter sınıflandırması için AHS anlatılmaktadır.

2. ABC Analizi

ABC yönteminin temelini oluşturan ilke, ilk kez General Electric firması araştırmacılarından H. Ford Dickie tarafından 1951 yılında ortaya atılmıştır. ABC analizinin çıkış noktası, envanterde az sayıda kalemin, tüm envanter değerinin çok büyük bir kısmını oluşturmasıdır. Bu gözlem ilk olarak İtalyan ekonomist, Vilfredo Pareto tarafından yapılmış ve Pareto kuralları olarak adlandırılmıştır (Arnold, Chapman, 2004: 250). ABC analizi stok kontrolünün yanı sıra; satış ve dağıtım, kalite kontrolü, ürün türü, materyal tedariki ve üretim planlama sorunlarına da uygulanabilir. Envanter kontrolünde ABC yöntemi, stok kalemlerinin toplam içindeki kümülatif yüzdelerine göre sınıflandırılmasından oluşur. Sınıflandırmada stoklar genelde ürünlerin toplam içindeki göreceli oranları ile parasal değerlerinin göreceli oranlarına göre A grubu, B grubu ve C grubu stoklar olarak üç gruba ayrılır.

ABC analizinde, çok önemli olarak nitelenen A grubu envanter kaleminin belirlenmesinde kantitatif bilgilerle ve yönetici görüşlerinden oluşan kalitatif bilgiler ele alınarak yapılan AHS analizi, aşağıda genel olarak ele alındıktan sonra çok kriterli envanter sınıflandırma yöntemi olarak uygulanmasına yer verilmektedir.

3. Çok Kriterli Karar Verme ve Analitik Hiyerarşi Süreci

Çok kriterli karar verme genellikle çatışan çoklu amaçlara yönelik karar vermeyi ifade etmektedir. Çok kriterli karar vermede, kararı veren bir karar verici (veya vericiler), izlenen bir amaçlar seti ve içlerinden seçim yapılacak bir alternatifler seti bulunmaktadır. Çok kriterli karar verme analizlerinde temel

nokta birbirleriyle çatışan çoklu amaçlarının olmasıdır. Karar problemlerinin çoğu da çatışan hiyerarşik amaçlara sahiptir (Zionts, 1989:7).

Çok kriterli karar verme sürecinde en iyi alternatifin seçiminde yalnızca kantitatif modellerin yerine, yöneticilerin görüşlerine dayanan ve kalitatif ve kantitatif verileri birleştiren skor modelleri kullanılmaktadır. Çok kriterli karar verme sürecindeki kalitatif ve kantitatif faktörleri birleştirme olanağı veren yöntem AHS olarak bilinmektedir (Cheng v.d., 2002: 33).

Birbiriyle çatışan çok kriterli karar verme problemlerini çözmek için Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen AHP (Anderson, v.d, 2000:697); karmaşık, yapılandırılmamış bir durumun, bileşenlerini ve değişkenlerini hiyerarşik bir düzende ifade etme, her bir alternatifin kıyaslamalı önem düzeyine ilişkin kişisel yargılara kantitatif değerler atama ve elde edilen yargıların sonucuna göre değişkenlerin öncelik düzeylerini ortaya koyarak sentez yapma metodu olarak tanımlanabilir (Saaty, 1999:5).

AHS'nde ele alınan durumun elemanları, temel hedeften başlayan bir hiyerarşik yapı ile sıralanır. Kurulan hiyerarşinin kademe sayısı, problemin karmaşıklığına ve detay derecesine bağlıdır (Zahedi, 1986:97). Hiyerarşide kademe sayısına ilişkin bir kısıt yoktur. Saaty'e göre bir hiyerarşinin kurulmasında sırasıyla, ana hedefin , ana hedefe ilişkin alt hedeflerin , alt hedefleri ulaşmada gerekli kriterlerin, her bir kriter altında yer alan alt kriterler ve alternatiflerin belirlenmesi aşamalarının gerçekleştirilmesi gerekir (Saaty, 1999:32). AHS analizinde, sorunun hiyerarşik modelinin belirlenmesi aşamasından sonra, hedef için önemlerine göre her seviyedeki kriterlerin ikili karşılaştırılmasının yapılması gerekir.

AHS, problemleri hiyerarşik bir yapıda ele alan ve ikili karşılaştırma mantığına dayanan çok ölçütlü bir karar verme tekniğidir (Sağır, 2004). İkili karşılaştırmalar, karar sorununda yer alan elemanların önceliklerinin birbiriyle karşılaştırılmasıyla bulunur. Bir üst hiyerarşideki kriterlere bağlı olarak bir alt hiyerarşi düzeyindeki kriterlerin önem veya öncelik düzeylerine göre belirli ölçekte ikili karşılaştırmaları sonucu elde edilen matrise, ikili karşılaştırmalar matrisi denir ve A ile gösterilir. A matrisindeki kriter sayısı n , herhangi bir i kriteri C_i ve ikili karşılaştırma yapılan C_j kriterin, C_j kritere göre önemi veya önceliği a_{ij} ile gösterilir. C_i kriteri, C_j kriterine göre a_{ij} düzeyinde önemliyse, C_j kriteri de C_i kriterine göre a_{ji} düzeyinde önemlidir ve aralarında $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ilişkisi vardır. İkili karşılaştırmalar matrisi, kriterlerin karşılıklı olarak karşılaştırılmaları ile oluşturulduğundan bir kare matrisidir ve her kriterin kendine karşılık gelen karşılaştırma değeri $a_{ii}=1$ önem düzeyindedir.

İkili karşılaştırmalarda kullanılan temel ölçek Satty tarafından ortaya konulmuştur ve karşılaştırmalardaki yargılar 1’den 9’a kadar sayılarla ifade edilmektedir (Tablo 1.). Bu ölçeğin etkinliği farklı farklı alanlarda yapılan uygulamalar ve bu ölçekten farklı ölçeklerle yapılan teorik çalışmalarla ispatlanmıştır (Satty, 1980: 54).

Tablo 1. AHS Değerlendirme Ölçeği (Kaynak: Saaty, 1980: 54)

Sayısal Değer	Tanım
1	Elemanlar eşit düzeyde önemli
3	1. Eleman 2.’ye göre biraz daha önemli veya biraz daha tercih ediliyor
5	1. Eleman 2.’ye göre fazla önemli veya fazla tercih ediliyor
7	1. Eleman 2.’ye göre çok fazla önemli veya çok fazla tercih ediliyor
9	1. Eleman 2.’ye göre aşırı derecede önemli veya aşırı derecede tercih ediliyor
2.4.6.8	Ara değerler, yukarıda verilen yargıların arasına düşen değerler

Elemanlar arası karşılaştırmalarda geçişkenlik olmayabileceği ve tercihlerin ağırlıklarının doğrusal olarak tüm kriterler için değişmeyeceği varsayımı ile n kriterli bir ikili karşılaştırmalar matrisi ($A_{n \times n}$) oluşturulurken $n \times (n-1)/2$ karşılaştırma yapmak gerekmektedir.

İkili karşılaştırmalar matrisine bağlı olarak her kriterin önem yada öncelik düzeyinin belirlenmesi gerekir. Kriterlerin hedefe ulaşmadaki katkısına göre her kriterin öncelikleri hesaplanır. AHS analizinde, ikili karşılaştırmalar matrisinden hareketle her bir kriter için öncelik değeri bulunmakta ve tüm kriterler için öncelikler vektörü (w) elde edilmektedir. w hesaplamalarında ele alınan karşılaştırmalar için bazı tutarsızlıklar ortaya çıkabilmektedir. Uygulamada tam bir tutarlılığa ulaşmanın imkansız olmasından dolayı sorunun tutarlılık düzeyinin belirlenmesi gerekir.

Tutarlılığın test edilmesi için tutarlılık indeksinin hesaplanması gerekir. Tutarlılık indeksi (CI) hesaplanırken öncelikle, Axw ağırlıklı toplam vektörü elde edilir. Ağırlıklı toplam vektöründen hareketle (1.) formül kullanılarak matrisin maksimum özdeğeri (λ_{mak}) bulunur (Winston, 2004: 787).

$$\lambda_{mak} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\text{Ağırlıklı toplam vektörünün } i. \text{ elemanı}}{\text{Öncelik degerleri vektörünün } i. \text{ elemanı}} \quad (1.)$$

Hesaplanan maksimum özdeğer, n ’e yaklaştıkça matris daha tutarlı olur ve $\lambda_{mak} \geq n$ olarak elde edilir (Satty, Vergas, 1994:8). Tutarlılık analizinde (2.)

formülünde gösterilen tutarlılık indeksinin (CI) hesaplanması gerekir. AHS analizinde tutarlılıktan ne kadar uzaklaşıldığını gösteren tutarlılık endeksi, AHS'nin 1-9 ölçeği ile oluşturulmuş rasgele seçilen aynı boyutlu ikili karşılaştırmalar matrisi ile elde edilen ve ortalama rastsal tutarlılık indeksleri (RI) (Satty,1980:21) değerine oranıyla bulunan *tutarlılık oranı*, CR (3.) ile belirlenir. Tutarlılık oranı %10 veya daha altında hesaplanan tutarlılık düzeyleri için, ikili karşılaştırmalar matrisinin her bir elemanının önem düzeyinin anlamlılığının doğru olduğu kabul edilir. Diğer bir ifadeyle tutarlılık oranı %10'un üzerine çıkarsa yargılar arasındaki önem düzeyinin tutarsız olduğu kabul edilir. Bu durumda problemin yapılandırılarak yargıların ya yeniden incelenmesi yada revize edilmesi gerekmektedir.

$$CI = \frac{(\lambda_{mak} - n)}{n - 1} \quad (2.)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.)$$

AHS ilk çıkışından itibaren karar vericiler ve araştırmacılar tarafından bir çok alana uygulanmıştır. AHS'nin uygulama alanları, alternatifler arasında seçim yapma, fayda maliyet analizleri, dağıtım, planlama ve geliştirme, önceliklerin belirlenmesi, karar verme, tahminleme sorunları olarak sıralanabilir. Bu çalışmada AHS analizi, çok kriterli envanter sınıflandırmasına uygulanmaktadır.

4. Çok Kriterli Envanter Sınıflandırması: AHS Analizi Uygulaması ve ABC Analizi ile Kıyaslanması

4.1. Çok Kriterli Envanter Sınıflandırması Literatür Taraması

Çok kriterli envanter sınıflandırmasında, kalitatif ve kantitatif verileri bir arada analiz etmede etkin bir yöntem olan AHS kullanılabilir. Literatürde çok kriterli envanter sınıflandırmasına yönelik fazla çalışmaya rastlanılmamaktadır. 1986 yılında Flores ve Whybark, ABC analizi için her biri eşit ağırlıklı ikiden fazla kriter kullanmışlardır. 1988 yılında, yapılan doktora tezinde, envanter maliyetlerinin minimizasyonu için Tam Zamanında Üretim aktivitelerinin önceliklerinin analizinde AHS kullanılmıştır (Teresa, 1988).Partovi ve Burton, 1993 yılında, kriterlerin eşit ağırlıklı önemi yerine AHS'nin ABC analizinde kullanılabilmesini ilaç firmasında yaptıkları çalışma ile göstermişlerdir (Partovi ,Burton,1993). Yine Partovi ve Burton 1994 yılında AHS'nin farklı envanter sorunlarına uygulanabileceğini göstermişlerdir. 1996 yılında Korpela ve Tuominen, envanter politikalarını optimize etmek ve etkin

ulaşım faaliyetlerini sağlamak amacıyla AHS analizini kullanmıştır (Vaidya, Kumar, 2004: 4). Korpela ve Tuominen 1997 yılında ise, envanter yönetimi için talep tahminlerini yaparken taşınabilir ve taşınamaz faktörlerin değerlendirmeye alındığı AHS analizi kullanmışlardır (Vaidya, Kumar, 2004: 15).

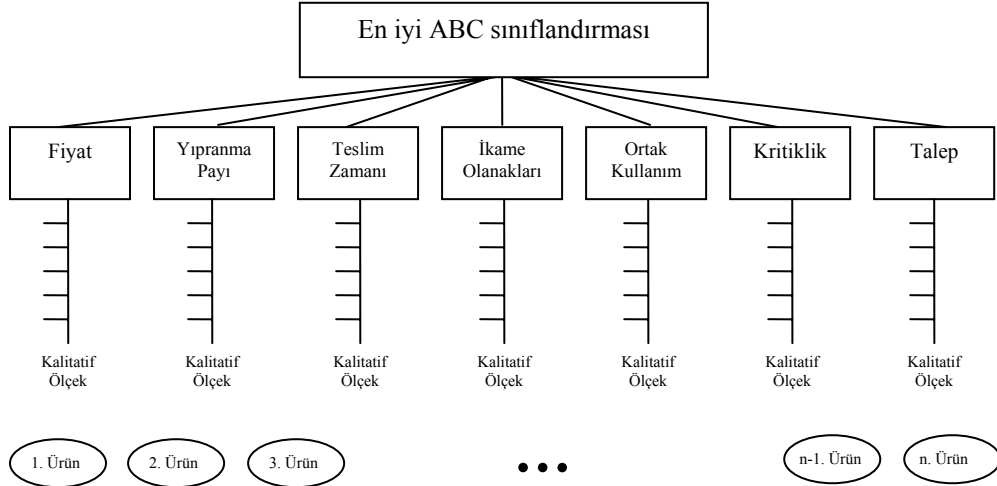
4.2. Çok Kriterli Envanter Sınıflandırmasında AHS'nin Kullanılması ve Firma Uygulaması

Çok kriterli envanter sınıflandırması problemi uygulaması, İstanbul'da faaliyet gösteren sınav jeneratör üreticisi bir işletmede yapılmıştır. Bu işletmede üretilen jeneratörler, fabrikaların çeşitli kapasitelerde ihtiyaç duydukları özellikli jeneratörlerdir. Firma, ürettiği jeneratörlerin büyük kısmını ihraç etmektedir. Firma hem ürünlerini ihraç ettiği ülkelerin yüksek kalite beklentilerini karşıladığından, hem de toplam kalite yönetimini ciddi bir şekilde uyguladığından envanter yönetimine ve bununla ilgili dokümantasyona önem vermektedir. Ayrıca üretilen jeneratörler hem büyük çaplı, hem de çeşitli parçalardan oluştuğundan firmanın bu çalışma için seçilmesi uygun görülmüştür. Firmanın mevcut bir envanter sınıflandırma politikası yoktur. Firmadan elde edilen bilgilerle, öncelikle ABC analizi ile envanter sınıflandırması yapılacak daha sonra AHS analizi ile aynı sınıflandırma yapılarak sonuçlar kıyaslanacaktır.

Klasik ABC analizinde, firmanın üretim sürecinde kullandığı 70 üründen oluşan envanter kalemi sınıflandırılırken, birim fiyat ve yıllık talep bilgileri yeterli olmaktadır. 70 adet ürünün birim fiyat ve yıllık talep miktarına ilişkin bilgiler firma politikası gereği belli bir oranda değiştirilerek Ek-1'de gösterilmektedir.

Partovi ve Burton (1993), Çok kriterli ABC analizi için oluşturdukları karar hiyerarşisinde (Şekil 1.) fiyat ve talebin yanında, teslim zamanı ve stoksuzluk maliyetiyle ilgili olan kritiklik, yıpranma payı, ikame olanakları ve ortak kullanım kriterlerini ele alınabileceğini belirtmişlerdir. Firmanın üst düzey yöneticilerinden, genel müdür, üretim müdürü, satış müdürü, üretim şefi ve usta başının ortak kararı olarak Partovi ve Burton'nun 7 kriterinden, fiyat, talep, teslim zamanı, kritiklik ve ikame oranının yer aldığı 5 kriter ele alınmıştır. 5 kriterden fiyat, talep ve teslim zamanı bilgilerine sayısal olarak ulaşmak mümkündür ancak kritiklik ve ikame olanakları kriterleri kalitatif olarak elde edilmektedir. 70 adet ürün alternatifi için kriterlerin açıklaması ve ölçek değerleri aşağıda anlatılmaktadır.

Envanter Sınıflandırması



Şekil 1.: Çok Kriterli ABC Analizinde Karar Hiyerarşisi (Partovi, Burton, 1993:32).

1.) FİYAT: Her bir envanter kaleminin para birimi olarak ifadesidir. Alternatif maliyeti nedeniyle, fiyatı yüksek olan parçalar daha önemli olmaktadır. Firmada alınan bilgiler doğrultusunda Ek-1’de gösterilen fiyat verilerinin 5’li ölçekte çok düşükten, çok yükseğe doğru aldığı değerler Tablo 2’deki sisteme göre oluşturulmaktadır ve Ek-2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Ürünlerin Fiyat Değerlerinin Ölçek değerleri

Ölçek	Yöneticilerden alınan bilgi
1	Ürünün fiyatı p , $1 \leq p < 20$ aralığında çok düşük fiyatlıdır.
2	Ürünün fiyatı p , $20 \leq p < 40$ aralığında düşük fiyatlıdır.
3	Ürünün fiyatı p , $40 \leq p < 60$ aralığında orta fiyatlıdır.
4	Ürünün fiyatı p , $60 \leq p < 80$ aralığında yüksek fiyatlıdır.
5	Ürünün fiyatı p , $80 \leq p$ aralığında çok yüksek fiyatlıdır.

2.) TALEP: Envanter kalemine bir yıl içerisinde yapılan talep miktarıdır. Parçanın kullanıldığı ürüne olan talep yüksek ise parça daha önemli

olmaktadır. Firmadan alınan bilgiler doğrultusunda talep verileri Tablo3.'deki sisteme göre ölçek verilerine dönüştürülmektedir.

Tablo 3. Ürünlerin Talep Miktarlarının Ölçek değerleri

Ölçek	Yöneticilerden alınan bilgi
1	Ürününün talebi C , $1 \leq C < 30$ aralığında çok düşüktür.
2	Ürününün talebi C , $30 \leq C < 70$ aralığında düşüktür.
3	Ürününün talebi C , $70 \leq C < 120$ aralığında normaldir.
4	Ürününün talebi C , $120 \leq C < 200$ aralığında yüksektir.
5	Ürününün talebi C , $200 \geq C$ aralığında çok yüksektir.

3.) TESLİM SÜRESİ: Bir envanter kaleminin sipariş verildiği zaman ile ürünün firmaya teslim edildiği zaman arasındaki gün cinsinden süre olarak ifade edilir. Teslim süresi uzun olan parçalar daha önemli olmaktadır. Tablo 4.'de verilen teslim sürelerinin 5'li ölçekteki değerleri aşağıdaki bilgilere göre oluşturulmuştur.

Tablo 4. Ürünlerin Teslim Sürelerinin Ölçek değerleri

Ölçek	Yöneticilerden alınan bilgi
1	Ürününün teslim süresi t , $1 \leq t < 3$ gün arasında çok kısadır.
2	Ürününün teslim süresi t , $3 \leq t < 7$ gün arasında kısadır.
3	Ürününün teslim süresi t , $7 \leq t < 14$ gün arasında normaldir.
4	Ürününün teslim süresi t , $14 \leq t < 21$ gün arasında uzundur.
5	Ürününün teslim süresi t , $21 \leq t$ gün arasında çok uzundur.

4.) İKAME EDİLEBİLME: Herhangi bir envanter kaleminin yerini alabilecek başka bir envanter kaleminin olup olmadığını ifade etmektedir. İlgili kalemin fonksiyonu, başka bir kalem ile ikame edilemiyorsa daha önemli olmaktadır. Uygulamada firma yöneticilerinden her bir ürünün ikame

Envanter Sınıflandırması

olanaklarını 5 üzerinden değerlendirmeleri istenmiştir (Tablo 5.). Beşli ölçekte elde edilen ifadeler Satty'nin dokuzlu ölçeğine (sırasıyla 1,3,5,7,9) dönüştürülerek ikili karşılaştırmalar matrisi ile ağırlıkları bulunmaktadır (Partovi, Burton,1993:34).

Tablo 5. Ürünlerin Teslim Sürelerinin Ölçek değerleri

Ölçek	Ölçek değerinin ifadesi
1	Envanter kaleminin yerine bir çok ürün ikame edilebilmekte ve stoksuzluk ikame mallarla kolaylıkla giderilmektedir.
2	Envanter kaleminin yerine belirli bir düzeye kadar ve ikame edilme ekonomik olmaktadır.
3	Envanter kaleminin ikame olanakları dar ve ekonomik değildir.
4	Envanter kaleminin ikame olanakları çok zor ve çok pahalı olarak karşılanmaktadır.
5	Envanter kaleminin yerini alabilecek başka bir kalemin bulunması imkansızdır ve ciddi stoksuzluk sorunu yaşanabilmektedir.

5.) **KRİTİKLİK:** Envanter kaleminin üretim sürecinin aksamadan devam etmesi için ne kadar önemli olduğu ile ilgilidir. Parçanın yokluğunun üretim sürecini duraklatması durumunda, parça daha önemli olmaktadır. Firma yöneticileri Tablo 6.'daki açıklamalar çerçevesinde kritikliği 5 üzerinden değerlendirmiştir. Partovi ve Burton (1993) yaptıkları çalışmada kritiklik kriterini üçlü ölçekte ele almışlar ve bunu 1,5,9 ölçek değerleriyle Satty'nin dokuzlu ölçeğine çevirmişlerdir. Bu çalışmada ele alınan firma yöneticileri beşli ölçeği daha uygun bulmuşlar ve beşli ölçekte elde edilen ifadeler Satty'nin dokuzlu ölçeğine (sırasıyla 1,3,5,7,9) dönüştürülerek ikili karşılaştırmalar matrisi ile ağırlıkları bulunmuştur.

Tablo 6. Ürünlerin Teslim Sürelerinin Ölçek değerleri

Ölçek	Ölçek değerinin ifadesi
1	Envanter kaleminin stoksuzluğu üretim sürecini aksatmayacaktır.
2	Envanter kaleminin stoksuzluğu üretim sürecini aksatmayacak ancak belli bir düzeyde maliyete sebep olacaktır.
3	Envanter kaleminin stoksuzluğu üretim sürecinde bazı ürünlerin üretimini aksatabilecektir.
4	Envanter kaleminin stoksuzluğu üretim sürecini aksatabilecek ve stoksuzluk maliyeti yüksek olacaktır.
5	Envanter kaleminin stoksuzluğu üretim sürecinin durmasına sebep olabilecek ve stoksuzluk maliyete çok yüksek olacaktır.

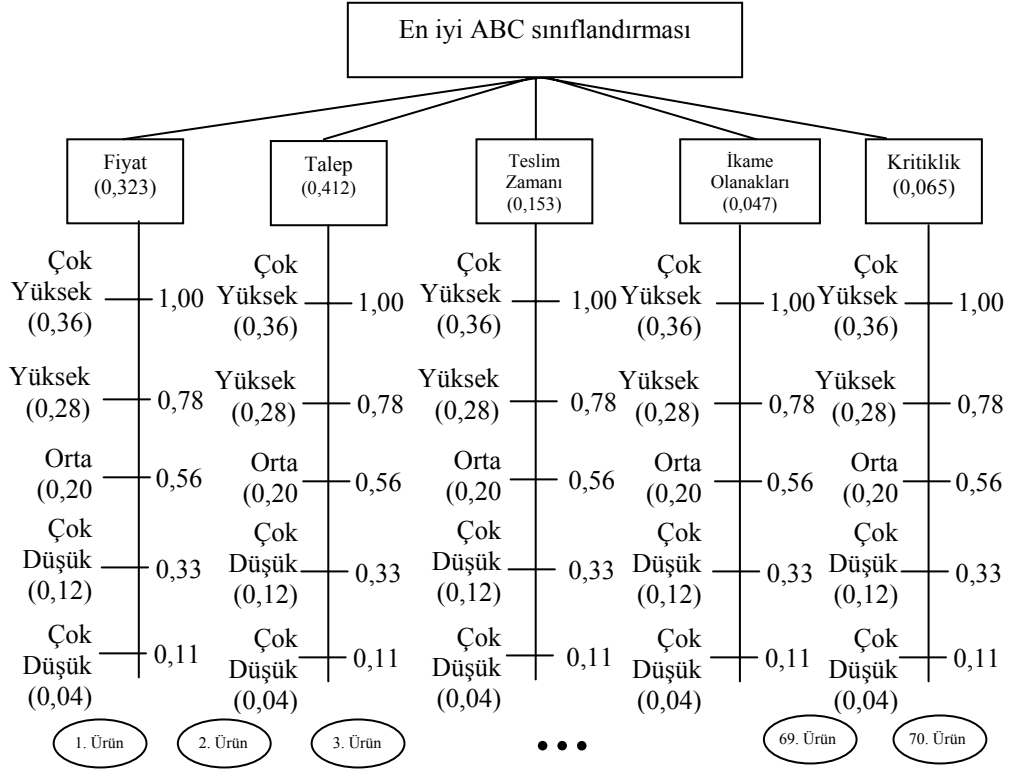
İstanbul’da faaliyet gösteren sını jeneratör üreticisi olan firmanın esas amacı, en iyi envanter sınıflandırmasını belirlemektir. Bu amaçla firma yöneticilerinden öncelikle kendilerine verilen her form ile beş kriteri kendi aralarında Satty’nin dokuzlu ölçeğini kullanarak karşılaştırmaları istenmiştir. Böylece, en iyi envanter sınıflandırması için ele alınan 5 kriterin ikili karşılaştırmalar matrisi Tablo 7.’deki gibi elde edilmiştir. Tablo 7.’deki bilgiler Expert Choice 11 paket programına (www.expertchoice.com) girilerek kriterlerin ağırlık vektörü, $w = [0.323, 0.412, 0.153, 0.047, 0.065]$ olarak bulunmuştur. Paket program ile hesaplanan tutarlılık oranı (CR) $0,023 < 0,10$ olduğu için sonuç vektöründe hesaplanan ağırlıklar vektörünün çok kriterli envanter sınıflandırmasında kullanılması anlamlı olmaktadır.

Tablo 7. Firma yöneticilerinin belirlediği ikili karşılaştırmalar matrisi ve kriterlerin ağırlık değerleri

Kriterler	Fiyat	Talep	Teslim Süresi	İkame Edilme	Kritiklik
Fiyat	1	½	3	6	7
Talep	2	1	3	7	5
Teslim süresi	1/3	1/3	1	3	4
İkame edilme	1/6	1/7	1/3	1	½
Kritiklik	1/7	1/5	1/4	2	11
Ağırlıklar (w_j)	0,323	0,412	0,153	0,047	0,065

Uygulamanın bir sonraki aşamasında yöneticiler, firmanın kontrol altında tutmak istediği 70 adet envanter kaleminin her biri için ele alınan kriterleri beşli ölçekte değerlendirilmiştir. Bu ölçek Satty’nin 9’lu ölçeğine dönüştürülerek (1,3,5,7,9) elde edilen ikili karşılaştırmalar matrisi analiz edildiğinde kriterler için ve alternatifler için hiyerarşik yapı Partovi ve Burton (1993;34)’un hiyerarşik yapısına göre Şekil 2.’deki gibi elde edilmektedir. Şekilde her bir envanter kalemi için belirlenen 0 ile 1 arasındaki alternatif ağırlık değeri, tüm ölçek değerlerinin karşılıklı ağırlığı ikili karşılaştırmalar matrisi ile $[0.36, 0.28, 0.20, 0.12, 0.04]$ olarak hesaplan ağırlık değerleri dikkate alınarak bulunmuştur. Çok yüksek ifadesinin ağırlığı olan 0,36 için 1 alındığında diğer ifadeler doğru orantılı olarak sırasıyla 0.78, 0.56, 0.33 ve 0.11 değerlerini almaktadır.

Envanter Sınıflandırması



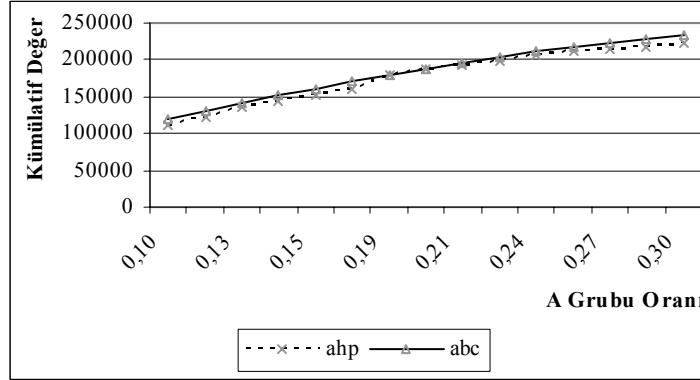
Şekil 2. Firmanın Çok Kriterli ABC Analizinde Karar Hiyerarşisi

Tablo 2.-6. arasındaki açıklamalar çerçevesinde, her bir envanter kalemi için Ek-1.'de verilen fiyat, talep ve teslim süresinden oluşan kantitatif bilgiler ile ikame olanakları ve kritiklikten oluşan kalitatif tüm bilgilerin alacağı AHS ağırlık değerleri Ek 2'de gösterilmektedir. Çok kriterli envanter sınıflandırması için beş kriterin ve bu beş kritere göre her ürünün değerlendirmesine göre bulunan ağırlık değerleri çarpılarak her bir ürün için AHS skor değerleri hesaplanmaktadır (Ek-2). Örneğin ilk ürün için AHS skor değeri, $0,323*0,11+0,412*0,56+0,153*0,56+0,047*0,11+0,065*0,56$ işlemi ile 0,393 olarak bulunmaktadır.

4.3. Klasik ABC Analizi ile AHS Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması

Firmanın AHS ile yapılan çok kriterli envanter sınıflandırması ve klasik ABC yöntemi ile yapılan envanter sınıflandırması DS for Windows paket programı kullanılarak yapılmıştır. Klasik ABC yöntemine göre talep ve fiyat kriterleri kullanılarak %10 ile %30 arasındaki A grubu ürünlerin toplam değerleri belirlendikten sonra, AHS ile hesaplanan skor değerleri kullanılarak çok kriterli envanter sınıflandırmasının %10 ile %30 arasındaki A grubu ürünlerin toplam değerleri kıyaslanmıştır. Yapılan envanter sınıflandırmasının sonuçları Tablo 8. ve A sınıfına giren ürünlerin farklı A grubu yüzdelere göre aldığı değerler Şekil 3.'de gösterilmektedir.

Şekil 3. Klasik ABC analiz ile AHP analizinin Farklı Oranlara göre Hesaplanan A grubu Ürünlerinin toplam değerlerinin Kıyaslanması



Envanter Sınıflandırması

Tablo 8. Klasik ABC analiz ile AHP analizinin Farklı Oranlara göre Hesaplanan A grubu Ürünlerinin toplam değerleri

Sıra no.	AGrubu Oranı	ABC Analizi Sonuçları			AHS Analizi Sonuçları		
		Ürün No.	Değer	Kümülatif Değer	Ürün No.	Değer	Kümülatif Değer
1.		17	19.046	19.046	17	19.046	19.046
2.		54	18.473	37.519	54	18.473	37.519
3.		6	18.180	55.699	35	17.557	55.076
4.		35	17.557	73.256	12	13.056	68.132
5.		67	16.896	90.152	42	15.561	83.693
6.		42	15.561	105.713	6	18.180	101.873
<u>7.</u>	<u>0,10</u>	<u>12</u>	<u>13.056</u>	<u>118.769</u>	<u>25</u>	<u>10.030</u>	<u>111.903</u>
8.	0,11	48	12.580	131.349	39	10.080	121.983
9.	0,13	16	10.146	141.495	48	12.580	134.563
10.	0,14	39	10.080	151.575	45	8.148	142.711
11.	0,15	25	10.030	161.605	33	9.301	152.012
12.	0,17	55	9.301	170.906	55	9.301	161.313
13.	0,19	33	9.301	180.207	67	16.896	178.209
<u>14.</u>	<u>0,20</u>	<u>36</u>	<u>8.633</u>	<u>188.840</u>	<u>36</u>	<u>8.633</u>	<u>186.842</u>
15.	0,21	45	8.148	196.988	56	5.075	191.917
16.	0,23	70	8.140	205.128	24	6.580	198.497
17.	0,24	51	6.815	211.943	70	8.140	206.637
18.	0,25	24	6.580	218.523	5	4.324	210.961
19.	0,27	64	5.490	224.013	18	2.706	213.667
20.	0,28	27	5.355	229.368	10	3.528	217.195
<u>21.</u>	<u>0,30</u>	<u>56</u>	<u>5.075</u>	<u>234.443</u>	<u>37</u>	<u>5.046</u>	<u>222.241</u>

5. Sonuç ve Öneriler

Çok kriterli envanter sınıflandırması ile klasik envanter sınıflandırmasının belirlenen A grubu envanter kalemlerine ilişkin firma uygulamasına göre, A grubu ürünlerinin elde bulundurulması oranına göre, envanter maliyeti açısından klasik ABC ve AHS analizinden hangisinin daha avantajlı olduğu ortaya konulmuştur. Yapılan analiz sonucunda, A grubu oranlarının hepsinde AHP analizi klasik ABC analizine göre daha az toplam maliyetli sonuç vermektedir. Bu durumda ürün sınıflandırmasında bilinen ABC analizi yerine AHS analizinin daha az maliyetli sonuçlar verdiği görülmektedir. Ürün sınıflandırmasını gerçekleştirmede sadece talep ve fiyat kriterlerine göre karar vermektense, firma yöneticilerinin görüşlerine göre oluşturulan farklı kriterlerin ele alındığı AHS analizine göre karar vermek maliyetler açısından firma için daha avantajlı olabilir.

Bu çalışmada, yalnızca bir firmanın verdiği bilgilere göre ABC ve AHS analizi maliyet sonuçları ve bu sonuçların kıyaslanarak hangi analizin daha avantajlı olduğunun belirlenmesi hedeflenmiştir. Bir çok firma için benzer çalışmalar yapılmalı ve onlar için de kendi belirledikleri kriterlere göre çok kriterli envanter sınıflandırmasının toplam üretim–envanter maliyetlerinin belirlenmesinde maliyet tasarrufu sağlayıp sağlamadığı araştırılmalıdır.

Abstract

Organizations hold a large amount of inventory to meet demand that would arise in the future. They meet customer needs more effectively by controlling less amount of inventory that classified according to their priority levels. In the classical ABC analysis used to classify inventory items according to their priority levels, the money value obtained by multiplying the price and quantity of the inventory item is taken into account. However in the ABC analysis performed by using the Analytical Hierarchy Process, to classify the inventory items according to their priority levels, multiple criteria inventory classification is realized by considering two or more qualitative and quantitative criteria and it is provided for the organizations to develop more effective inventory plans.

Keywords: Multiple Criteria Inventory Classification, ABC Analysis, Analytical Hierarchy Process

KAYNAKÇA

- ANDERSON, D.R., SWEENEY, D.J, WILLIAMS, T.A. (2000), “An Introduction to Management Science, Quantitative Approaches to Decision Making”, *South-Western College Publishing*, 9th Ed.
- ARNOLD, Tony, CHAPMAN, Stephen N. (2004), “Introduction to Materials Management”, *5th Ed. Pearson Prentice Hall*.
- CHENG, Eddie W.L., v.d. “Analytic Hierarchy Process, A Defective Toll When Used Improperly”, *Measuring Business Excellence*, Vol. 6, No.4, ABI/FORM Global.
- DEMİR, M. Hulusi, GÜMÜŞOĞLU, Şevkinaz (2003), “Üretim Yönetimi, İşlemler Yönetimi”, Beta Basım, 6. Baskı.
- FLORES, B.E., WHYBARK, D.C., (1986), “Multiple Criteria ABC Analysis”, *International Journal of Operations&Production Management*, Vol.6, No.3.
- NOORI, Hamid, RADFORD, Russell (1995), "Production and Operation Management, Total Quality and Responsiveness", McGraw-Hill. Inc., USA.
- ÖZDEMİR, Ali (2000), *Envanter Sorunlarının Çözümünde Dinamik Programlama Modelinin Uygulanması*, D.E.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- PARTOVI, Fariborz Y., BURTON, Jonathan (1993), Using The Analytic Hierarchy Process for ABC Analysis, *International Journal of Operations&Production Management*, Vol.13, No.9.
- PARTOVI, Fariborz Y., BURTON, Jonathan (1994), “Using the Analytical Hierarchy Process as Applied to Two Types of Inventory Problems”, *Production & Inventory Management Journal*, Vol.35.
- SAĞIR ÖZDEMİR, Müjgan (2004), “Analtik Serim Süreci ve EM'deki Uygulamaları”, *YA/EM'2004 XXIV Ulusal Kongresi*, Gaziantep-Adana.
- SATTY, Thomas L. (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw Hill Comp., USA.
- SATTY, Thomas L., (1999), *Decision Making for Leaders*, 3rd Ed. RWS Publications, Pittsburg.

- SATTY, Thomas L., VARGAS, Luis G. (1994), *Decision Making With Analytic Hierarchy Process* 1st Ed. RWS Publications, Pittsburg.
- SIPPER, Daniel, BULFIN, Robert L. Jr.(1997), *Production: Planning, Control, and Integration*, The McGraw-Hill Com, Inc.
- TERESA, Cosenza (1988), *Analyzing the Priorities of JIT Activities*, PhD Thesis, DAI-A 49/08. City University of New York.
- VAIDYA, Omkarprasad S., KUMAR, Sushil (2004), *Analytic Hierarchy Process: An Overview of Applications*, European Journal of Operational Research, Published by Elsevier B.V.
- WINSTON, Wayne, L.(2004), *Operations Research, Applications and Algorithms*, Duxbury Press., 4th Ed.,
- ZAHEDI, Fatemeh (1986), "The Analytical Hierarchy Process- A Survey of the Method and Its Applications", *Interfaces*, Vol.16, No.4.
- ZIONTS, Stanley (1989), "Multi Criteria Mathematical Programming: An Updated Overview and Several Approaches", *Multi Criteria Decision Making and Risk Analysis Using Micro Computers*, NATO ASI Series Vol. F56.
- EXPERT CHOICE 11. 15-DAY TRIAL VERSION (Erişim: 09.11.2004):
<http://www.expertchoice.com/software/grouptrialreg.htm>

Envanter Sınıflandırması

Ek-1: Sanayi jeneratör üreticisi işletmenin Kantitatif ve Kalitatif verileri

Parça No:	Fiyat	Talep	Teslim Süresi	İkame Edilme	Kritiklik	Parça No:	Fiyat	Talep	Teslim Süresi	İkame Edilme	Kritiklik
1	19	82	13	1	3	36	89	97	12	3	3
2	27	94	33	5	2	37	58	87	37	4	5
3	6	36	22	3	5	38	22	132	7	5	5
4	10	66	34	2	1	39	48	210	14	3	4
5	94	46	34	2	4	40	6	136	24	3	4
6	90	202	2	5	3	41	8	156	36	4	5
7	17	144	33	5	5	42	91	171	17	2	5
8	14	132	0,1	5	5	43	21	69	5	4	5
9	99	2	35	2	5	44	44	114	24	4	5
10	42	84	31	4	5	45	97	84	28	4	2
11	60	1	35	5	5	46	9	170	26	3	3
12	96	136	14	3	4	47	4	152	29	3	3
13	23	95	16	5	4	48	74	170	10	5	4
14	2	6	6	5	5	49	21	89	37	4	4
15	3	57	19	2	5	50	49	54	6	2	4
16	57	178	3	4	2	51	47	145	6	4	4
17	89	214	16	4	3	52	27	49	22	3	4
18	82	33	27	1	4	53	71	57	31	4	4
19	54	78	3	5	4	54	91	203	4	2	5
20	17	87	19	5	5	55	71	131	20	3	2
21	91	26	29	4	4	56	25	203	15	3	3
22	48	43	21	3	5	57	17	171	11	3	3
23	99	38	2	4	4	58	32	15	10	4	3
24	94	70	36	4	4	59	44	77	37	4	3
25	85	118	29	4	5	60	60	16	10	1	3
26	3	166	21	2	4	61	20	97	5	3	3
27	51	105	6	4	3	62	38	75	30	3	3
28	16	31	4	3	5	63	7	152	15	3	4
29	62	54	13	4	4	64	90	61	7	2	2
30	6	58	16	5	3	65	67	33	8	3	2
31	7	172	18	1	4	66	4	110	0,4	5	4
32	22	93	27	4	4	67	88	192	0,02	4	3
33	71	131	11	3	5	68	23	45	5	2	5
34	53	85	14	3	2	69	41	11	3	2	3
35	67	184	20	2	4	70	44	185	37	3	2

Ek-2.: Sanayi jeneratör üreticisi işletmeninin Ürünlere Yönelik Kantitatif ve Kalitatif verilerinin AHP ile Hesaplanan Ağırlık Değerleri ve Çok Kriterli Envanter Sınıflandırmasında Kullanılacak Skor Değeri

Parça No:	Fiyat (0,323)	Talep (0,412)	Teslim Süresi (0,153)	İkame Edilme (0,047)	Kritiklik (0,065)	Skor Değeri
1	0,11	0,56	0,56	0,11	0,56	0,393
2	0,33	0,56	1,00	1,00	0,33	0,559
3	0,11	0,33	1,00	0,56	1,00	0,416
4	0,11	0,33	1,00	0,33	0,11	0,347
5	1,00	0,33	1,00	0,33	0,78	0,678
6	1,00	1,00	0,11	1,00	0,56	0,835
7	0,11	0,78	1,00	1,00	1,00	0,622
8	0,11	0,78	0,11	1,00	1,00	0,486
9	1,00	0,11	1,00	0,33	1,00	0,602
10	0,56	0,56	1,00	0,78	1,00	0,666
11	0,78	0,11	1,00	1,00	1,00	0,563
12	1,00	0,78	0,78	0,56	0,78	0,841
13	0,33	0,56	0,78	1,00	0,78	0,554
14	0,11	0,11	0,33	1,00	1,00	0,244
15	0,11	0,33	0,78	0,33	1,00	0,371
16	0,56	0,78	0,33	0,78	0,33	0,611
17	1,00	1,00	0,78	0,78	0,56	0,927
18	1,00	0,33	1,00	0,11	0,78	0,668
19	0,56	0,56	0,33	1,00	0,78	0,560
20	0,11	0,56	0,78	1,00	1,00	0,498
21	1,00	0,11	1,00	0,78	0,78	0,609
22	0,56	0,33	1,00	0,56	1,00	0,561
23	1,00	0,33	0,11	0,78	0,78	0,564
24	1,00	0,33	1,00	0,78	0,78	0,699
25	1,00	0,56	1,00	0,78	1,00	0,808
26	0,11	0,78	1,00	0,33	0,78	0,576
27	0,56	0,56	0,33	0,78	0,56	0,535
28	0,11	0,33	0,33	0,56	1,00	0,314
29	0,78	0,33	0,56	0,78	0,78	0,561
30	0,11	0,33	0,78	1,00	0,56	0,374
31	0,11	0,78	0,78	0,11	0,78	0,532
32	0,33	0,56	1,00	0,78	0,78	0,578
33	0,78	0,78	0,56	0,56	1,00	0,750
34	0,56	0,56	0,78	0,56	0,33	0,579
35	1,00	0,78	1,00	0,33	0,78	0,863
36	1,00	0,56	0,56	0,56	0,56	0,702
37	0,56	0,56	1,00	0,78	1,00	0,666
38	0,33	0,78	0,56	1,00	1,00	0,626
39	0,56	1,00	0,78	0,56	0,78	0,789
40	0,11	0,78	1,00	0,56	0,78	0,587
41	0,11	0,78	1,00	0,78	1,00	0,611
42	1,00	0,78	0,78	0,33	1,00	0,844
43	0,33	0,33	0,33	0,56	1,00	0,385
44	0,56	0,56	1,00	0,56	1,00	0,656
45	1,00	0,56	1,00	0,78	0,33	0,765
46	0,11	0,78	1,00	0,56	0,56	0,572
47	0,11	0,78	1,00	0,56	0,56	0,572
48	0,78	0,78	0,56	1,00	0,78	0,757
49	0,33	0,56	1,00	0,78	0,78	0,578
50	0,56	0,33	0,33	0,33	0,78	0,434
51	0,56	0,78	0,33	0,78	0,78	0,640
52	0,33	0,33	1,00	0,56	0,78	0,473
53	0,78	0,33	1,00	0,78	0,78	0,628
54	1,00	1,00	0,33	0,33	1,00	0,866
55	0,78	0,78	0,78	0,56	0,33	0,740
56	0,33	1,00	0,78	0,56	0,56	0,700
57	0,11	0,78	0,56	0,56	0,56	0,505
58	0,33	0,11	0,56	0,78	0,56	0,311
59	0,56	0,56	1,00	0,78	0,56	0,638
60	0,78	0,11	0,56	0,11	0,56	0,425
61	0,11	0,56	0,33	0,56	0,56	0,379
62	0,33	0,56	1,00	0,56	0,56	0,553
63	0,11	0,78	0,78	0,56	0,78	0,553
64	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,546
65	0,78	0,33	0,56	0,56	0,33	0,521
66	0,11	0,56	0,11	1,00	0,78	0,381
67	1,00	0,78	0,11	0,78	0,56	0,734
68	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,374
69	0,56	0,11	0,11	0,33	0,56	0,295
70	0,56	0,78	1,00	0,56	0,33	0,703