



# Journal of Turkish Operations Management

## STENT SEÇİMİNDE KULLANILACAK BİR KARAR DESTEK SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Yusuf Tansel İç<sup>a1</sup>, Dilek Çökeliler Serdaroğlu<sup>b</sup>, Begüm Niran<sup>c</sup>, K.Ezgi AKYOL<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Başkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, 06810, Etimesgut, Ankara, Türkiye. E-posta: ytansel@baskent.edu.tr

<sup>b</sup>Başkent Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, 06810, Etimesgut, Ankara, Türkiye. E-posta: cokeliler@baskent.edu.tr

<sup>c</sup>Mefa Endüstri, Sincan Organize Sanayi Bölgesi, Sincan, Ankara, Türkiye. E-posta: begumniran@hotmail.com

<sup>d</sup>First Örme San. Tic. A.Ş., Ehlibeyt Cad., Ceyhun Atuf Kansu Cad. 112/8, Balgat, Ankara. E-posta: k.ezgiakyol@hotmail.com

## DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR STENT SELECTION ABSTRACT

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received: 04.12.2017  
Revised: 18.12.2017  
Accepted: 28.12.2017

#### Research Article

#### Keywords:

Stent selection, Multi-Criteria Decision Making, Analytical Hierarchy Process (AHP), Decision Support Systems.

### ABSTRACT

In this study, a two-phase stent selection decision support system (DSS) is developed to help the physicians in their stent selection decisions. Firstly, a questionnaire was conducted to develop decision support system. Questions are randomly applied to cardiology department physicians in the province of Ankara, which is selected as pilot area, to get the results to be statistically valid. The results were evaluated by means of MINITAB14 program. In development of DSS, an independent set of criteria is obtained first and arranged in the Analytical Hierarchy Process (FAHP) decision hierarchy. In the first elimination phase of the DSS, the physician obtains the feasible set of stents by providing limited values for the 13 requirements. DSS, then, uses AHP decision hierarchy to rank the feasible stents in the second phase.

### MAKALE GİRİŞİ

#### Makale Geçmişi:

Geliş: 04.12.2017  
Revize: 18.12.2017  
Kabul: 28.12.2017

#### Araştırma Makalesi

#### Anahtar Kelimeler:

Stent Seçimi, Çok Ölçütlü Karar Verme, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Karar Destek Sistemleri.

### ÖZET

Bu çalışmada, hekimlere stent seçiminde yardımcı olmak üzere iki aşamalı bir karar destek sistemi geliştirilmesi amaçlanmıştır. Öncelikle, karar destek sisteminin geliştirilmesi amacıyla bir veri toplama aracı geliştirilmiştir. Sorular, sonuçlarının istatistiksel olarak geçerli olabilmesi için, pilot bölge olarak seçilen Ankara ilinde bulunan hastanelerin kardiyoloji bölümü doktorlarına rassal olarak uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar MINITAB14 programı aracılığı ile değerlendirilmiştir. Geliştirilen karar destek sisteminde öncelikle bağımsız kriterlerden oluşan hiyerarşik yapı Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi doğrultusunda oluşturulmuştur. Karar destek sisteminin ilk aşaması olan ön eleme bölümünde hekim 13 gereksinime ilişkin değerler doğrultusunda bir olurlu stent seti oluşturmaktadır. Ardından ikinci aşamada karar destek sistemi, bu olurlu seti AHP yöntemindeki karar hiyerarşisine uygun olarak sıralamaktadır.

## 1. GİRİŞ

Dokuların, hasar görmüş organların yerine geçmek ya da onlara destek vermek amacıyla kullanılan malzemelere biyomalzeme denir [1]. Son 30 yılda tıp teknolojisinde kullanılan en önemli biyomalzemelerden biri de stenttir. Stentler kafes yapısında küçük metal tüplerdir. Stentler, ateroskleroz (damar sertliği) sonucu damarda oluşan darlıklar nedeniyle kan akışının zorlandığı durumlarda akışı rahatlatmak amacıyla kullanılır. Stentler kalp damar hastalıklarının tedavisinde 1970'lerden itibaren denenmeye başlanmış ve son 10 yıldır kullanımı çok yaygınlaşmıştır. Çalışmamızda, insan yaşamında en önemli sağlık unsurlarından biri olan ve kalp-damar hastalıklarının tedavisinde çok önemli bir yere sahip stentlerin bilimsel yaklaşımlar doğrultusunda seçimine yönelik olarak bir "karar destek sistemi" geliştirilmesi hedeflenmiştir. Oluşturulması hedeflenen karar destek sistemi, konusunda uzman hekimlerin, medikal gereçler üretim-satışıyla uğraşan sektör temsilcilerinin bilgi birikimleri ve uluslararası kabul görmüş sağlık standartları dikkate alınarak, metodolojik olarak bütünsel ve objektif sonuçlar veren bir nitelikte olacaktır.

Stentlerde, stenoz, restenoz, tromboz etkinliği, kontrol dışı endotel hücre atışı vb. komplikasyonlar görülebilmektedir. Günümüzde, bir yandan stent biyomalzeme etkin kullanımını geliştirmek, bir yandan da bu problemleri önleyerek biyoyumluluğu arttırmak yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Belirtilen komplikasyonlar da dikkate alındığında birçok çeşit model / marka arasından hangi stentin hangi hastaya daha uygun olduğunun belirlenmesi çok karmaşık bir karar sürecini içermektedir ve bu karar sürecini bilimsel tabana oturtan metodolojik bir çalışma oldukça önemlidir. Küresel pazarda tıp örgütlerinin başarısı ve rekabeti için kullanılacak uygun stentin seçimi kritik bir konudur [2]. Mühendislik uygulamaları için ürün geliştirilmesi farklı bileşenler için uygun ürün seçimi tasarımında en zor görevlerden biridir. Ürün seçimi tüm tasarım ve üretim sürecinde önemli rol oynar. Belirli bir mühendislik uygulaması için en uygun ürünün seçimi zaman alıcı ve pahalıdır [2]. Materyalin yanlış seçimi, prematüre bileşenlerin veya ürünün arızalanması yüksek maliyetlere neden olur. Tasarımcıların istenileni elde etmeleri için belirli işlevler ile uygun malzeme tanımlamaları ve seçmeleri gerekir [3]. Günümüzdeki hastanelerin / hekimlerin stent seçimi uygulamaları daha çok uzman hekim görüşüne dayanan subjektif metotlarla yapılmaktadır. Literatürde veya gerçek hayat uygulamalarında stent seçimine yönelik olarak objektif yöntemlerin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Ancak, farklı sektörlerde (malzeme, otomotiv vs.) kullanılan ileri teknoloji ürünü malzemelerin seçimine yönelik olarak çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerini kullanan çalışmalar literatürde önemli bir çalışma alanını oluşturmaktadır [4-6].Biyomedikal sektörüne bakıldığında ise, biyomedikal cihaz tasarımı esnasında, ergonomi bilimi kurallarının uygulandığı disiplinlerarası çalışmalara rastlanmaktadır. Ancak, bu çalışmalar yeterli değildir ve yaygınlaşması gereklidir. Bu noktada gerek sağlık sektöründeki geleneksel bakış açısının gelişmesi, gerekse disiplinlerarası araştırmaların artırılması, gelecekte birçok problemin çözümüne ışık tutabilecek nitelikteki farklı çalışma ve uygulamanın önünü açacaktır. Bu çalışmada bu doğrultuda örnek olabilecek bir çalışmanın sunulması amaçlanmıştır.

Stentlerin kullanımında birinci problem arter bölgesine yerleştirildikten sonra vücut tarafından yabancı bir cisim gibi düşünüldüğünden kandaki trombositlerin stent yüzeyine yapışarak burada pıhtı oluşturmasıdır. İkinci problem olarak pıhtı önleyici ilaçlara rağmen pıhtı oluşmasıyla ani tıkanma olayıdır (akut tromboz). Diğer bir problem stentin iç yüzünü kaplayan endotel hücrelerinin bazen kontrol dışı artış göstermesi ve çoğalmaya sürekli devam etmesidir. Bunun sonucunda stent içinde darlık (restenoz) oluşur. Bu darlık gelişme oranı ilk 6 ay içinde en fazladır (%20-40 arasında). İnsan fizyolojisi, doku farklılıkları, genetik yatkınlıklar, mevcut sağlık problemleri, günlük yaşam ve beslenme alışkanlıkları, stres ve çevresel faktörlerdeki farklılaşmalar bir insandan diğerine uygulanabilir stent tipi ve özelliğini etkilemektedir.

Yukarıda belirtilen komplikasyonlar da dikkate alındığında birçok çeşit model / marka arasından hangi stentin hangi hastaya daha uygun olduğunun belirlenmesi çok karmaşık bir karar sürecini içermektedir ve bu karar sürecini bilimsel tabana oturtan metodolojik bir çalışma bulunmamaktadır. Girişimsel kardiyolojinin önemli sorunlarına çözüm getiren stentler, teknolojinin de gelişimiyle değişik tasarım ve materyaller ile üretilerek kullanıma sunulmuşlardır. Çalışmamızda, bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemi

kullanılarak hastaya en uygun stent seçimi için kullanışlı bir karar destek sistemi geliştirilerek, stent seçim sürecinde hekimlere yardımcı olabilecek bilimsel temellere dayanan bir aracın geliştirilmesi planlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP (Analytical Hierarchy Process) yönteminden faydalanılması benimsenmiştir. AHP yöntemi, stent seçim kriterlerinin göreceli ağırlıklarının belirlenmesinde en etkili yöntem olarak nitelendirildiğinden çalışmamızda kriter ağırlıklandırma yöntemi olarak kullanılacaktır. Bu projede geliştirilecek karar destek sistemi ile hastanelerin yıllara göre stent seçim eğilimi de gözlenebilecek ve istatistikî veriler biriktirilebilecektir. Ayrıca değişik markaların birbirlerine göre performanslarının değerlendirilmesi ve değerlendirme sonucu markalar arasında bir sıralama yapılması da sağlanabilecektir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

### 2.1. Stent Komplikasyon Mekanizmaları

Stenlerin metalik ağ yapısı, oluşan plak yapılarını damarın kenarlarına doğru itererek damarı açmakta; uygulama yerinde kalmaya devam ederek damar için bir destek yapısı oluşturmaktadır. Bu destek yapısı sayesinde, stentler balon anjioplastisinde görülen akut elastik geri büzülme ve olumsuz geri şekillenmenin önüne geçmiş olur [7]. Stent açılırken damar duvarında bir yaralanma meydana gelmektedir. Bu yaralanma da restenoz mekanizmaları aktive etmektedir. Ayrıca stentin metalik kenarları da makrofajları ve düz kas hücrelerini uyarmakta, bütün bunların sonucunda; aşırı düz kas hücresi çoğalması (intimal hiperplazi) balon anjioplastisine oranla daha hızlı ve yüksek oranda olmaktadır. Bu hücreler bir süre sonra stent yapısını da içine alarak damarı tekrar tıkamaktadır [7]. Buna göre stentler, restenoz mekanizmalarını mekanik olarak engellemekte birlikte hücresel düzeydeki oluşumlar üzerinde etkisiz kalmaktadır.

Stent mekanizmasında önemli bir parametre de iyonlardır, çoğu metal yüzeyi elektrostatik olarak pozitif yüklüdür. Kan elemanlarının büyük bir oranı negatif yüzey yükü taşıdığından tromboz oluşumuna yol açabilmektedir. Bu nedenle, stent yerleştirilmesini takip eden ilk 30 gün içinde pıhtı oluşumu riski, düzenli ilaç kullanımı zorunlu hale getirmektedir [8]. Ayrıca stent yapısında kullanılan metallere bağlı olarak stentlerin kenarlarının kalın olması, mekanik dirence, dolayısıyla iyi bir anterijel desteğe sahip olmalarını sağlamakta, ancak damar duvarı hasarına yol açmaktadır [9].

### 2.2. Stent Komplikasyonlarını Önleme Yöntemleri

Stent içi restenozun önlenmesinde kullanılan yaklaşımlardan bir tanesi brakiterapi olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntemde restenozun görüldüğü damar içi bölgeye özel bir katater yardımıyla kısa süreli (yaklaşık 5 dakika) gama yada beta radyasyonu uygulanmaktadır. Restenoz tedavisi amacıyla sistemik ilaç kullanımı da, uygulanan tedavi yaklaşımları arasındadır. Bu yöntemde kullanılan ilaçlar ve kullanım amaçları aşağıda verilmiştir;

\*Antitrombosit ve antitrombotik ilaçlar: Restenoz oluşumdaki ana basamaklardan olan trombosit birikmesi ve yılmasını engelleyerek restenozu tedavi etmek (heparin, varfarin, aspirin)

\*Antinflamatuvar ilaçlar: Restenoz oluşumu sırasındaki inflamatuvar cevabı ve buna bağlı olarak hücre çoğalmasını engellemek i (dexamethasone, prednşsolone, transilat)

\*Spesifik büyüme faktörü antagonistleri: Restenoz oluşumu sırasında salınan ve düz kas hücrelerini uyarak daha hızlı çoğalmalarına yol açan büyüme faktörlerini inhibe etmek (trapidil, anjioeptin)

\*Antineoplastik ilaçlar: Spesifik olmayan antineoplastik etkin maddeler kullanılarak restenozda görülen son basamak olan düz kas hücrelerinin çoğalmasını inhibe etmek (paklitaksel, rapamisin)[10]

Ancak, yukarıda verilen ilaçlar klinik uygulamalarda yetersiz kalmaktadır. Bu yöntemin uzun vadede tromboz oluşumuna yol açan ve olumsuz şekillenme oranını artırma olasılığı kullanımını sınırlamaktadır [11]. Bu örnek bize ilaç tedavisi dışında stent yüzeyinde lokal olarak uygulanabilecek yöntemlerin geliştirilmesi gerekliliğini göstermektedir. Anjioplasti uygulamaları sonucunda görülen restenozun önlenmesi için geliştirilen tekniklerin istenen sonuçları vermemesi ve sistemik ilaç uygulamalarının yetersiz kalışı, ilaçların damar yapısı içine lokal olarak uygulanması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Ateroskeroz görülen bölgeye lokal ilaç taşınmasının üstünlükleri şu şekilde sıralanabilir [8,11]:

- İlaçların sistemik toksisite göstermelerine yol açabilecek aşırı dozlarının kullanılmasını engellemek,
- İlk geçiş etkisinden kurtularak olası metabolizasyonlardan kaçınmak,
- İlaçların etki gösterecekleri konsantrasyonlarda uygulama bölgesine ulaşmalarını sağlamak.

Lokal olarak ilaç taşınması için öncelikle katater temelli yaklaşımlar denenmiştir. Anjioplasti balonu üzerine sabitlenen etkin madde daralmanın görüldüğü bölgede, balonunun şişirilmesini takiben damarın iç tabakasına uygulanmış olmaktadır [12]. Fakat bu uygulama sonucunda etkin madde çok kısa bir süre boyunca damarla temas edebilmekte, katater uzaklaştığı anda etkin maddenin etki yeri ile teması bitmektedir. Kataterin ucundaki balon şişirildiğinde damarı tamamen kapatmakta bu durum da kan akışı engellenmektedir. Bu sebeplerden dolayı uygulanan etkin madde hızla kan dolaşımına karışmakta ve istenen süre etkisini göstermemektedir [13]. Katater temelli ilaç taşınmasının insan çalışmalarında stenozun engellenmesinde önemli bir etki göstermemeleri, lokal ilaç taşınması için stentlerin uygun platform olduğunu göstermiştir [14]. Stentlerin ilaç taşıyıcı sistemler olarak kullanılması ile temel olarak iki yönlü bir etki elde edilir. İlaç salan stentler, mekanik destek görevi gören yapıları ile restenoz mekanizmaları olan elastik geri büzülme ve olumsuz geri şekillenmeyi mekanik olarak engellenmekte, aynı zamanda bir taşıyıcı görevi üstlendiği etkin maddenin lokal olarak salınmasını sağlayarak intimal hiperplazinin önüne geçmektedirler. Ayrıca stentlerin uygulandıkları uzun süre boyunca kalmaları, damar duvarına, uzatılmış ve kontrollü etkin madde salımına izin verir [15]. İlaç salan stentlerin geliştirilmesi için zaman içinde farklı yaklaşımlar denenmiştir. Bu amaçla etkin madde içermeyen metalik yapıdaki stentler, ilaç çözeltisinin içine daldırılarak ya da ilaç çözeltisi stent üzerine püskürtülerek kaplanmıştır [7,8]. Etkin maddenin, bu şekilde direkt olarak stentin yüzeyine sabitlenmesi mümkün iken, matriks görevi polimerik bir kaplama materyali içinde dağıtarak stentlerin kaplanması ile de ilaç salan stent sistemleri oluşturulabilir. İlaç salan stent yapıları üç bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; ilaç, stent ve polimerik matrikstir [16]:

İlaç salan stentlerin yapısına giren bir etkin madde restenozu açan hücrel yanıtlardan intimal inhibe edecek özellikte olmalıdır [8, 17]. Bu amaçla ilaç salan stentlerin bileşimine giren farmakolojik gruplara örnek olarak antiinflamatuvar (deksametazon, metik prednizolon, tranilast), immunosupresifler (sirolimus, takrolimus, mikofenolikasit) ve antiproliferatifler (paklitaksel, tirozin kinaz inhibitörü, C-myc antisens oligonükleotiti) verilebilir [8, 17]. Etkin maddenin özellikleri ele alındığında, hidrofobik ilaçların damar duvarına geçmesi daha kolay olmaktadır.

İdeal bir ilaç alan stent, esnek ve büyük bir yüzey alanına sahip olmalıdır. Ayrıca mekanik dayanıklılığının da yüksek olması gerekmektedir. Piyasada yer alan ilaç salan stent sisteminde kullanılan stentler, özellikle ilaç salınımı için geliştirilmemiş, konvansiyonel stentlerdir. İnsanlarda kullanım izni alarak piyasaya sürülmüş olan iki adet stent bulunmaktadır. Bu stentlerden birincisi 2003 Nisan ayında piyasaya sürülen Cordis firmasının CYPHER sirolimus salan stenti, diğeri de Boston Scientific firmasının 2004 Mart'ında piyasaya sürülen TAXUS paklitaksel salan stentidir. Paklitaksel sitotoksik etkisinden dolayı tümörlere karşı kullanılan bir ilaçtır [18]. Lokal olarak hücre yapısındaki mikrotübüllerin yapısını bozarak, hücre çoğalmasını önlemektedir. Böylece stentin yerleştirildiği bölgede hücrel olarak restenoz engellenmektedir. CYPHER stentinin etkin maddesi olan sirolimus ise immunosupresan ve antiproliferatif etkisi nedeniyle kullanılan antibiyotik yapıda bir bileşiktir. Sirolimus, damar duvarında yer alan düz kas hücrelerinin ve endotek hücrelerinin proliferasyonunu inhibe ettiği anlaşıldıktan sonra ilaç salan stentlerde kullanılmaya başlanmıştır [8]. İlaç salan stentlerin yapısına giren birçok ilaç, stentlerin metalik yüzeyine sabitlenemediği için polimer tabakasına ihtiyaç duyulmaktadır [14]. Etkin bir polimer kaplaması:

- Stentlerin kullanımı sırasında ortaya çıkan mekanik zorlamalara karşı koyabilmeli [7]
- Trombojenik olmamalı [8]
- Damar duvarında tek başına bir inflamatuvar cevap oluşumuna yol açmamalı [16]
- Etkin maddenin intimal hiperplaziyi inhibe edebilmesi için en az 3 hafta kontrollü olarak salımını sağlayabilmelidir [8,16]

İlaç salan stentlerden lokal olarak ilaç salınımını etkileyen etkenler ise [10];

- Kaplamanın kalınlığı
- İlacın ve polimerin fizikokimyasal özellikleri
- Polimer matriksinin gözenekliliği
- Stentin tasarım özellikleri
- Stentlerin içerdiği etkin madde miktarı olarak özetlenebilir.

İlaçların stentin üzerindeki kaplamadan salınımları genellikle difüzyon ya da çözünme/degradasyon kontrollü olarak gerçekleşmektedir. İlaç salan stentlerden salımın difüzyon ya da çözünme/degradasyon kontrollü olarak mekanizmalardan hangisine göre gerçekleşeceği kaplama için seçilen polimer özelliklerine bağlı olarak kontrol edilebilmektedir. Difüzyon kontrollü sistemlerde ilaç salımı suda çözünmeyen polimerler ile sağlanır. Piyasada kullanılan CTPHER ve TAXUS stentlerinin her ikisi de suda çözünmeyen polimerler kullanılmakta ve buna bağlı olarak ilaç salınımı difüzyon kontrollü olmaktadır. Çözünme/degradasyon kontrollü sistemlerde ise ilacın salınması suda çözünebilir polimerin yavaşça çözünmesine ya da hidrofobik polimerlerin yavaş bir şekilde degrade olmasına bağlıdır.[18]

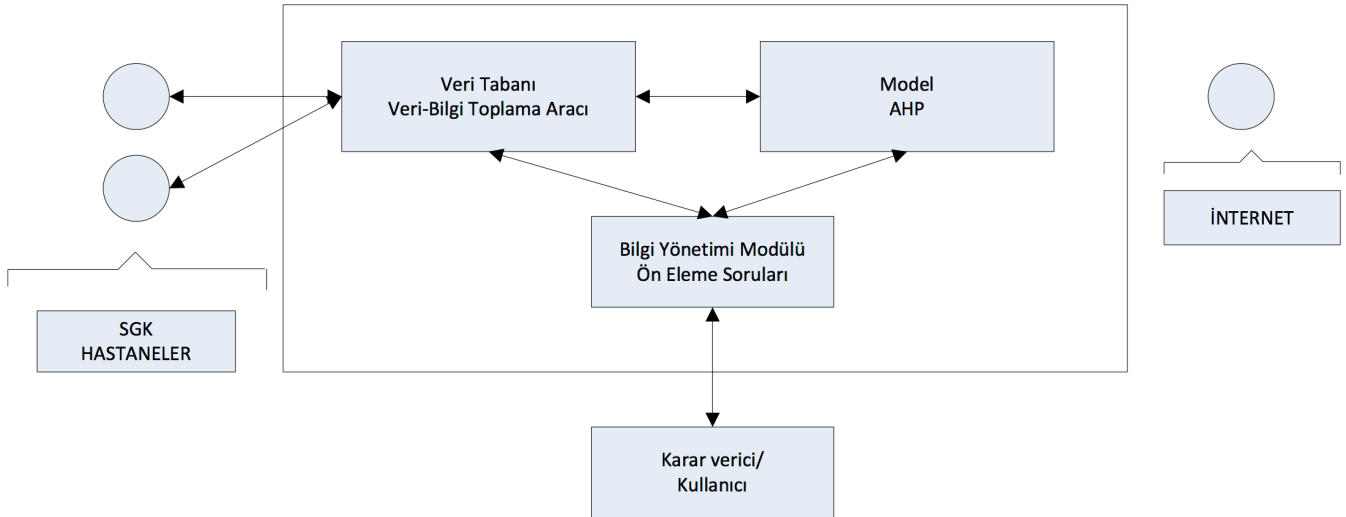
Metalik stentlerin ilaç içeren biyobozunur polimer ile kaplanmaları sonucunda kontrollü etkin madde salınımı sağlayan ve restenoz oluşumunu engelleyen ilaç salan stent yapıları literatürde son yıllarda önem kazanmıştır [19]. Metalik stentlerin biyoparçalanır polimerler ile kaplanmaları için kullanılan farklı yöntemler içinden Jayaraman'ın [20] kullandığı yöntem, ilaç salan stentlerin üretiminde kullanılmıştır. Kaplama işlemleri sırasında, polimer çözeltisinin stentin sadece damar ile temas halinde olması, dış yüzeyinde yer alması istenen bir durumdur. Böylece kan ile temas halinde olan stentin iç yüzeyinden direkt kan dolaşımına etkin madde geçişi önlenmiş olmakta, sistemik etki ve toksisite riskinden de kaçınılmaktadır. Literatürde sıklıkla kullanılmış olan daldırarak kaplama yönetiminde polimer çözeltisi stentin iç yüzeyine de tutunmakta ve bunun sonucunda etkin madde salımının stentin iç yüzeyinden de gerçekleşmesinin önüne geçilememektedir. Lincoff, restenozun engellenmesi amacıyla geliştirdikleri ilaç salan stent yapısında, metalik stenti kaplamak için PLA polimer kullanılmıştır. Etkin madde olarak anttiinflamatuvar etkili glukokortikoid yapıları bir steroid olan deksametazon kullanılmıştır. PLA polimeri ile püskürterek kaplama yapılmış ve kaplanan başarı ile uygulanabildiği, kontrollü ilaç salınımı sağladığı gösterilmiştir. İlaç salan stentlerin restenozun görülme sıklığını düşürmedeki başarılarına rağmen, stentlerdeki polimer tabakasının kalınlığının sınırlı oluşu yükleneyecek ilaç miktarını azaltmakta ayrıca etkin maddenin kontrollü salınımının sağlanmasında güçlük oluşturmaktadır [21]. Bu olumsuzluklardan dolayı ve maliyet sebebiyle ilaçsız stent kullanımları da yaygındır.

### 2.3. Biyomedikal Alanında Karar Destek Sistemleri

Genel olarak karar destek sistemlerinin farklı sektörlerde uygulanmalarının son dönemde sıklık kazanmaya başladığı görülmektedir. Bu noktada imalat sektöründe ileri imalat teknolojilerinin seçimi, robot seçimi, imalat yöntemi seçimi, bankacılık ve finans sektöründe kredi taleplerinin değerlendirilmesi ve derecelendirme uygulamalarında, belirli sektörlerde faaliyet gösteren firmaların başarı düzeylerine göre sıralanmasında ve bölgesel ve sektörel yatırım alanlarının seçilmesinde, yaygın olarak karar destek sistemi çalışmalarının uygulandığı görülmektedir [22-30]. Biyomedikal alanına bakıldığında ise, biyomedikal cihaz tasarımı esnasında, ergonomi bilimi kurallarının uygulandığı disiplinlerarası çalışmalara rastlanmaktadır [31]. Ayrıca, dental implantların seçimi [32], diş restorasyonlarının belirlenmesi [33], metalik diz protezlerinin seçimi [34] gibi çalışmalar da bu alandaki çalışmalara örnek olarak verilebilir.

### 3. STENT SEÇİMİNDE KULLANILACAK KARAR DESTEK SİSTEMİNİN (KDS) GELİŞTİRİLMESİ

Çalışmamızda, insan yaşamında en önemli sağlık unsurlarından biri olan ve kalp-damar hastalıklarının tedavisinde çok önemli bir yere sahip stentlerin bilimsel yaklaşımlar doğrultusunda seçimine yönelik olarak bir KDS geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Oluşturulması hedeflenen karar destek sistemi, konusunda uzman hekimlerin, medikal gereçler üretim-satışıyla uğraşan sektör temsilcilerinin bilgi birikimleri ve uluslararası kabul görmüş sağlık standartları dikkate alınarak, metodolojik olarak ÇKKV yöntemleri yardımıyla bütünsel ve objektif sonuçlar veren bir model niteliğindedir. Geliştirilecek karar destek sistemi ile ilk aşamada, oluşturulan bir veri tabanındaki alternatif stent seçeneklerini ön eleme soruları yardımıyla elemeye tabi tutmakta ve belirli bir hastaya uygun stent alternatifleri tespit edilmektedir. Ardından ÇKKV yöntemlerinden biri olan AHP yöntemi kullanılarak stent alternatifleri önceden belirlenen kriterler ve ağırlıkları doğrultusunda kendi aralarında en iyiden en kötüye sıralanmaktadır. Ön eleme sorularının, seçim kriterlerinin ve ağırlık puanlarının belirlenmesinde, uzman hekimlerin, sektör temsilcilerinin görüşleri bir veri toplama aracı kullanılarak derlenmiş ve ardından uluslararası kabul görmüş sağlık standartları ve sağlık bakanlığı ve SGK tarafından belirlenen kural ve uygulama esasları da dikkate alınarak gerçek hayatta uygulanabilir bir karar destek sistem modeli ortaya konulmaya çalışılmıştır. Geliştirilen Karar Destek Sisteminin yapısı Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Geliştirilen KDS'nin Genel Yapısı

#### 3.1. Veri Tabanının Oluşturulması

Karar destek sistemi için gerekli olan veri tabanı excel programı yardımı ile bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Excel dosyasında kayıtlı bilgiler üretici-distribütör firmalara ait düzenlenen anketlerin sonuçları ve internet ortamından elde edilen katalog bilgilerine aittir. Amaç, veri tabanının geniş kapsamlı olmasıdır. Çünkü veri tabanına ait bilgiler ne kadar çeşitli ve kapsamlı olursa doktorun belirttiği kriterlere/özelliklere o derece uygun olur. İstenilen özelliklere uygun olan stentin bulunması ihtimali artar.

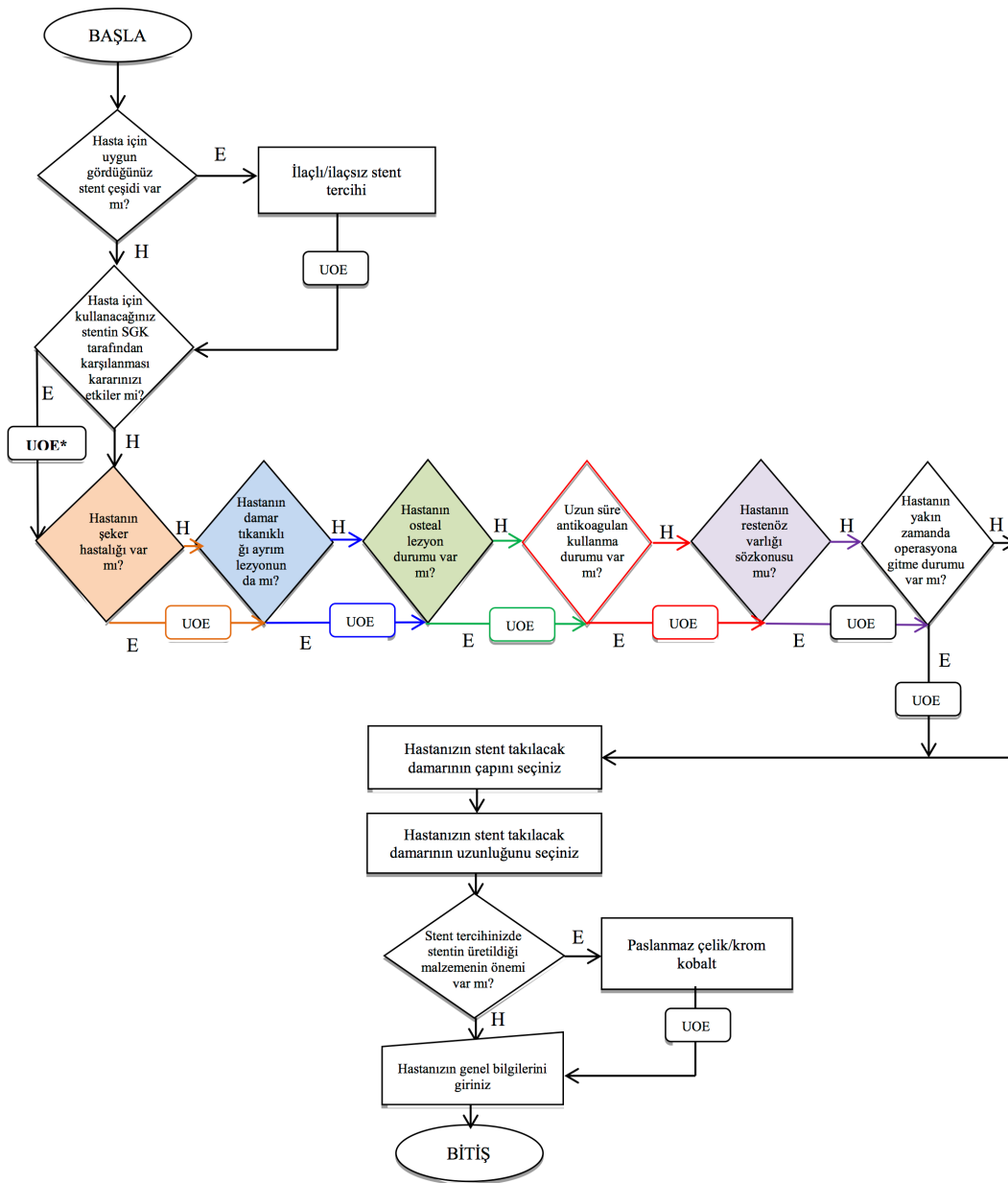
##### 3.1.1. Veri-Toplama Aracının Tasarlanması

Çalışmamız kapsamında kullanılan karar destek sisteminin sorularının hazırlanmasında ve yine karar destek sistemi sonuçlarının ağırlıklandırılmasında kullanılmak üzere tasarlanan sorular, doktorların görüşlerini stardandize edebilmek için hiçbir kaynaktan alıntı yapılmaksızın proje ekibi tarafından hazırlanmıştır. Düzenlenen sorular ilk olarak Atatürk Araştırma ve Eğitim Hastanesi kardiyologlarına yöneltilmiş, ardından Başkent Üniversitesi Hastanesi Kardiyoloji Bölümü doktorları ile de görüşülerek sorulara son hali

verilmiştir. Yapılan istatistiki analizlerde bu çalışmanın anket formatına uygun olmadığı için “veri-bilgi toplama aracı” olarak nitelendirilmesinin daha doğru olacağına karar verilmiştir. Veri-bilgi edinme aracı soruları EK-1’de sunulmuştur. Veri tabanında kullanılacak bilgilerin dizaynı, seçimi ve içeriklerine yönelik olarak tasarlanan diğer sorular ise stent üreticileri ve distribütörlerine uygulanmış ve Ek-2’de sunulmuştur. Çalışmada veri toplama işlemi için, Ankara ili pilot bölge seçilmiştir. Sorulara verilen cevapların rassallığını sağlayabilmek için uygulamanın yapılacağı doktorlar rassal olarak belirlenmiştir. Hastane, ünvan ve tecrübe deneyimi ayrımı yapmaksızın kardiyologların tercihleri dikkate alınarak soruların cevaplanmasında homojenlik sağlanmıştır. Veri-Bilgi toplama aracından elde edilen verilerin analiz sonuçları Ek-3’te sunulmuştur.

### 3.1.3. Ön Eleme Sorularının Belirlenmesi

Karar destek sisteminde sorulması planlanan ön eleme soruları kardiyoloji bölümü doktorlarına gerçekleştirilen veri bilgi edinme aracı sorularına ve firmaların kataloglarından elde edilen bilgilere dayanılarak tasarlanmıştır (Şekil 2).



\*UOE

“Uygun Olmayanları veri tabanından Eleme”

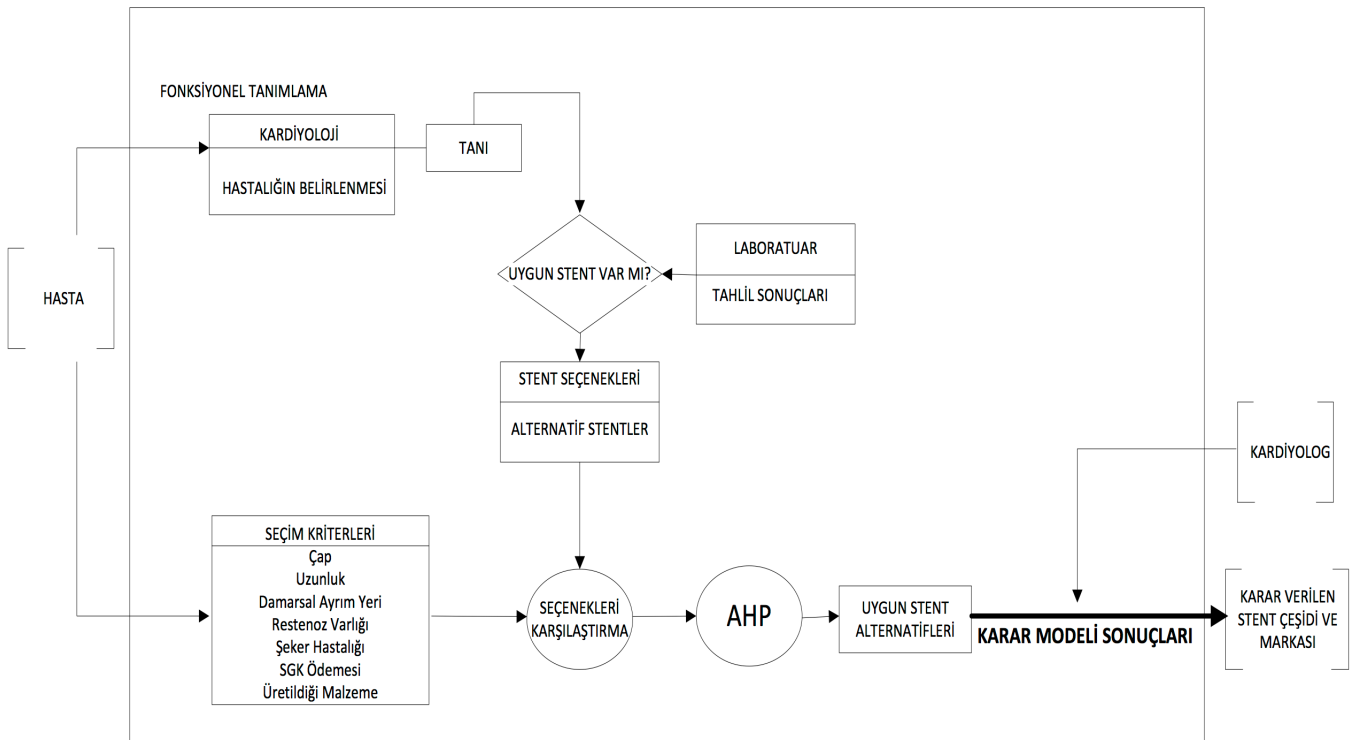
Şekil 2. Ön değerlendirme soruları akış şeması

#### 4. OLUŞTURULAN KARAR DESTEK SİSTEMİNİN TANITILMASI

Şekil 3'te, oluşturulan karar destek sisteminin genel yapısı verilmiştir. Hastaneye gelen hastanın ilk önce hastalığı belirlenerek tanısı konulmaktadır. Daha sonra laboratuardan gelen sonuçlar da incelenerek hasta için uygun stent olup olmadığına bakılmaktadır. Alternatif seçenekler önceden belirlenen kriterlere göre AHP yöntemi ile kendi aralarında sıralanmaktadır. Alternatif stentler karar vericiye sunulmakta ve seçim karar vericiye bırakılmaktadır. Oluşturulan KDS'de yöneltilen sorular doğrultusunda işleyişi ve ekran görüntüleri Ek-4'te sunulmuştur.

#### 5. GELİŞTİRİLEN KDS'NİN GERÇEK HAYATTA UYGULANMASI

Bu bölümde, geliştirilen karar destek sisteminin gerçek hayatta bir uygulamasına yer verilmiştir. Stent seçimi uygulaması yapılacak olan hasta, damar tıkanıklığı sebebiyle Başkent Üniversitesi Hastanesi Kardiyoloji Bölümüne gelmiştir. Kardiyolog tanıyı tespit edebilmek için hasta şikâyetleri doğrultusunda gerekli kan tahlillerini laboratuardan istemiştir. Laboratuardan gelen sonuçlara göre, hastanın stent takılmasına engel olabilecek bir rahatsızlığının bulunmadığı tespit edilmiştir. Başlangıç aşamasında doktorun ele alınan hasta için ilaçlı ya da ilaçsız stent tercihi bulunmamaktadır (Şekil 4). Kararlarını hastanın diğer komplikasyonlarını göz önünde bulundurarak vermeyi tercih etmiştir. Hasta stent ödemesini gerçekleştirecek güce sahip olmadığı için SGK tarafından geri ödeme yapılması önemlidir. Soru 2 yerine 3.soruya geçilmesinin nedeni; karar vericinin (kardiyolog) ilaçlı/ilacısız stent tercihinin belirtmemesinden kaynaklanmaktadır (Şekil 5). İstenilen kan tahlili sonuçları incelendiğinde hastanın şeker hastalığı bulunmadığı tespit edilmiş ve Soru 4 için HAYIR cevabı işaretlenmiştir. Damar tıkanıklığı yerinin kıvrımlı bir bölgede değil kısmen düz bir damarda olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 3. Kardiyoloji Alanındaki Karar Destek Sisteminin Tanımlanması



**SORU 1**

Hastanız için uygun gördüğünüz ilaçlı/ilaçsız stent tercihiniz var mıdır?

**NOT: Eğer bir tercih belirtirseniz programın ilerleyişi sizin tercihiniz doğrultusunda olacaktır.**

EVET

HAYIR

Şekil 4. Soru 1 için kardiyoloğun verdiği cevap

**SORU 3**

Hastanız için kullanacağınız stentin SGK tarafından geri ödeme yapılması kararınızda bir etkili midir?

EVET

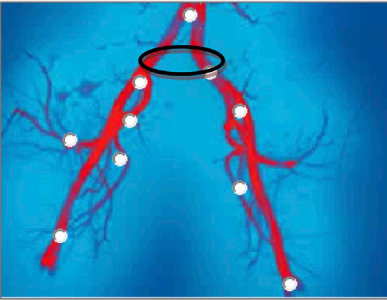
HAYIR

GERİ <<

Şekil 5. Soru 3 için kardiyoloğun verdiği cevap

**SORU 5**

Hastanın damar tıkanıklığının yerini resim üzerinden belirleyiniz.



GERİ <<

Şekil 6. Soru 5 için kardiyoloğun verdiği cevap

Hastanın osteal lezyon durumu söz konusu değildir. Hastanın sürekli ilaç kullanmasını gerektirecek başka bir rahatsızlığı bulunmamaktadır. Hastaya ilk defa stent takıldığından restenoz varlığı durumu söz konusu değildir (Şekil 7). Hastanın sadece kalp rahatsızlığı bulunmaktadır. Yakın bir zamanda farklı bir operasyon geçirmesi söz konusu değildir (Şekil 8). Hastanın damar çapının 3.50 mm olduğu, hastanın damar uzunluğunun 24 mm olduğu bilinmektedir (Şekil 9). Kardiyoloğun bu hasta için uygun gördüğü stent malzemesi krom-kobalt'tır (Şekil 10).

**SORU 6**  
Hastanızın osteal lezyon durumu var mıdır?  
 EVET  HAYIR  
Osteal lezyon NEDİR?  
GERİ <<

**Osteal Lezyon NEDİR?**  
Osteal Lezyon : Damar içerisinde pıhtı olma durumudur.  
GERİ <<

**SORU 7**  
Hastanızın uzun süreli antikoagülan kullanma durumu var mıdır?  
 EVET  HAYIR  
Antikoagülan NEDİR?  
GERİ <<

**Antikoagülan NEDİR?**  
Antikoagülan : İlaç  
GERİ <<

**SORU 8**  
Hastanızın restenoz varlığı söz konusu mudur?  
 EVET  HAYIR  
Restenoz varlığı NEDİR?  
GERİ <<

**RESTENOZ VARLIĞI NEDİR?**  
RESTENOZ VARLIĞI: Daha önce tıkanma olan damarda tekrar tıkanıklığın meydana gelmesi durumudur.  
GERİ <<

Şekil 7. Soru 6-8'in cevaplanması

**SORU 9**  
Hastanızın yakın zamanda operasyona gitme durumu var mıdır?  
 EVET  HAYIR  
GERİ <<

Şekil 8. Soru 9 için kardiyoloğun verdiği cevap

**SORU 10**  
Hastanızın stent takılacak damarının çapını seçiniz.  
 1.50 mm  3.00 mm  
 2.00 mm  3.25 mm  
 2.25 mm  3.50 mm  
 2.50 mm  4.00 mm  
 2.75 mm  4.50 mm  
GERİ <<

**SORU 11**  
Hastanızın stent takılacak damarının uzunluğunu seçiniz (a,b)  
 6-13 mm  13-20 mm  
 20-28 mm  
 28-38 mm  
GERİ <<

Şekil 9. Soru 10 ve 11 işle hastanın damar çapı ve uzunluğunun kardiyolog tarafından seçilmesi

**SORU 12**

Stent tercihinizde stentin üretildiği malzemenin (paslanmaz çelik/krom kobalt) önemi var mıdır?

EVET

HAYIR

GERİ <<

**SORU 13**

Kullanmak istediğiniz stentin üretildiği malzemeyi seçiniz.

316 Paslanmaz Çelik

615 Krom-Kobalt

GERİ <<

Şekil 10. Soru 12 ve 13 için kardiyoloğun verdiği cevap

Stentin yapıldığı malzeme kardiyolog için önemli olduğundan kardiyoloğa soru 13 yöneltilmiştir. Eğer hayır cevabı verilmiş olsaydı, soru 13 sorulmadan “BULUNAN SONUÇ” ekranı ile elde edilen alternatif stent seçenekleri kardiyoloğa sunulacaktı. Tüm sorular tamamlandıktan sonra karar destek sisteminin ön eleme sonuç ekranı Şekil 11’de gösterilmiştir. Şekil 11’deki gibi listelenen stent alternatiflerinin sayısı iki veya daha fazla ise ‘AHP’ye AKTAR’ butonuna tıklanılarak alternatif stent seçenekleri AHP metodu ile sıralanmakta ve nihai seçim kararı karar vericiye bırakılmaktadır. Burada aday stentlerin hepsi tek bir firmaya ait olduğundan nihai sıralama değişmemiştir.

**BULUNAN SONUÇ**

Kriterlerinize seçilebilecek uygun stentler aşağıda listelenmiştir.

Uygun Stent Markası:	Uygun stent çeşitleri:	Kullanılacak stent :
alvimedica	6009Coracto İlaç-Salını	6008Coracto İlaç-Salını
alvimedica	6010Coracto İlaç-Salını	6009Coracto İlaç-Salını
alvimedica	6030Coracto İlaç-Salını	6010Coracto İlaç-Salını
alvimedica	6031Coracto İlaç-Salını	6030Coracto İlaç-Salını
alvimedica	7006Ephesos II Çıplak	6031Coracto İlaç-Salını
alvimedica	7007Ephesos II Çıplak	7006Ephesos II Çıplak
alvimedica	8004Constant Çıplak Me	7007Ephesos II Çıplak
alvimedica	8023Commander Çıplak	8004Constant Çıplak Me
alvimedica	8027Commander Çıplak	8023Commander Çıplak
alvimedica	8028Commander Çıplak	8027Commander Çıplak
alvimedica	8029Commander Çıplak	8028Commander Çıplak

EKLE >>

BITİR

**AHP'ye AKTAR**

Şekil 11. Karar destek sistemi ön eleme sonucunda elde edilen alternatif stentlerin AHP methoduna aktarılmasının istenmesi

**BULUNAN SONUÇ**

Kriterlerinize seçilebilecek uygun stentler aşağıda listelenmiştir.

Uygun Stent Markası:	Uygun stent çeşitleri:	Kullanılacak stent :
alvimedica	6009Coracto İlaç-Salını	6008Coracto İlaç-Salını
alvimedica	6010Coracto İlaç-Salını	6009Coracto İlaç-Salını
alvimedica	6030Coracto İlaç-Salını	6010Coracto İlaç-Salını
alvimedica	6031Coracto İlaç-Salını	6030Coracto İlaç-Salını
alvimedica	7006Ephesos II Çıplak	6031Coracto İlaç-Salını
alvimedica	7007Ephesos II Çıplak	7006Ephesos II Çıplak
alvimedica	8004Constant Çıplak Me	7007Ephesos II Çıplak
alvimedica	8023Commander Çıplak	8004Constant Çıplak Me
alvimedica	8027Commander Çıplak	8023Commander Çıplak
alvimedica	8028Commander Çıplak	8027Commander Çıplak
alvimedica	8029Commander Çıplak	8028Commander Çıplak

EKLE >>

BITİR

**AHP'ye AKTAR**

**AHP Sıralama Sonuçları**

6008Coracto İlaç-Salını STS

6009Coracto İlaç-Salını STS

6010Coracto İlaç-Salını STS

6030Coracto İlaç-Salını STS

6031Coracto İlaç-Salını STS

7006Ephesos II Çıplak Metal ST

7007Ephesos II Çıplak Metal ST

8004Constant Çıplak Metal STS

8023Commander Çıplak Metal ST

8027Commander Çıplak Metal ST

8028Commander Çıplak Metal ST

Şekil 12. Karar destek sistemi sonucunda elde edilen alternatif stentlerin AHP methoduna aktarılarak sıralanması

Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda Başkent Üniversitesi Hastanesi Kardiyoloji Bölümü doktorları Şekil 12’de gösterilen stentlerin hastaya uygulanmasının uygun olacağını ve geliştirilen programın kendi tecrübeleriyle elde ettikleri sonuçlara yakın ve eşdeğer olduğunu belirtmiştir. Kardiyolog tarafından başlangıçta ilaçlı/ilaçsız stent tercihi belirtilmediğinden AHP sıralama sonuçlarında hem ilaçlı, hem de ilaçsız stentler sıralanmaktadır. Nihai karar AHP sıralama sonuçları dikkate alınarak doktora aittir.

Elde edilen bu sonuçlara göre 6008 Coracto İlaç-Salımlı STS ilk sırayı, 6009 Coracto İlaç-Salımlı STS 2.sırayı ve 6010 Coracto İlaç-Salımlı STS 3. sırayı almıştır. Bu stentler ALVIMEDICA markasına ait ilaç salınımlı stentlerdir [35]. Hastaya takılacak olan ilaç salınımlı stentler operasyon sonrası restenoz oluşma olasılığını önemli bir oranda azaltarak hastanın operasyon sonrası yaşam kalitesini arttırmaktadır. Coracto, polimer ve ilacın birbirine olan uyumunun sağladığı salım profili ile hem ilacın istenen süre zarfında etki etmesini, hem de ilacın salımını bitirmesini takiben polimerin tamamıyla parçalanmasını ve böylece, ilerleyen zamanda hastanın ilave ilaç kullanma gereksinimini ortadan kaldırmaktadır. Esnek bir tasarıma sahip olan bu stentin, özellikle kıvrımlı dar damarlarda performansının oldukça iyi olması beklenmektedir [35].

## 6. Sonuç

Bu çalışmada stent seçiminde kullanılacak bir karar destek sistemi geliştirilmiş ve Ankara ilinde bir hastanede uygulanmıştır. Geliştirilen Karar Destek Sistemi (KDS), hasta özelliklerine uygun stentin birçok model içinden seçilebilme işlemini kolaylaştıracak niteliktedir. KDS’nin hazırlanmasında karşılaşılan en büyük sıkıntı, stent üretici firmaların kataloglarında model çeşitlerinin özelliklerine ilişkin yeterli bilgi detayının bulunamamasıdır. Geliştirilen KDS esnek bir yapıda kurulduğundan yeni stent modellerinin veri tabanına eklenmesi veya mevcutlar üzerinde güncellemeler yapılması kolaylıkla gerçekleştirilebilir.

## TEŞEKKÜR

Gerek veri-bilgi toplama aracının hazırlanmasında, gerekse uygulanmasında yardımını esirgemeyen Başkent Üniversitesi Hastanesi Kardiyoloji Bölümü şefi Prof.Dr.Haldun MÜDERRİSOĞLU’ na ve pilot bölge seçilen Ankara ilinde bulunan hastanelerde çalışan kardiyologlara yardım ve destekleri için teşekkür ederiz.

Bu çalışma 2013 yılında 2209-BİDEB Üniversite Öğrencileri Yurtiçi Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- [1] Popüler Bilim Dergisi, www.populerbilim.com,2006
- [2] Chatterjee, P., Athawale, V.M., Chakraborty, S., Materials selection using complex proportional assessment and evaluation of mixed data methods, *Materials and Design*, 32(2), 851-860, 2010.
- [3] Chatterjee, P., Athawale, V.M., Chakraborty, S., Selection of materials using compromise ranking and outranking methods, *Materials and Design* 30(10), 4043-4053, 2009.
- [4] Jahan, A., Ismail, M.Y., Mustapha,F., Sapuan, S.M. Material selection based on ordinal data. *Materials and Design* 31, 3180–3187, 2010.
- [5] Chauhan, A., Vaish, R. Magnetic material selection using multiple attribute decision making approach. *Materials and Design* 36, 1–5, 2012
- [6] Gümüşderelioğlu, M., *Bilim Teknik Dergisi*, Temmuz 2002.

- [7] Walsman, R., Drug-eluting stents, From bench to bed, *Cardiovascular Radiation Med.*,1,226-241,2002.
- [8] Sousa, J.E, Serruys,P.W., Costa, M.A.,New frontiers in cardiology drug-eluting stents: Part II, *Circulation*, 107, 2383-2389, 2003.
- [9] Hara, N., Koike, H., Bilim, V. Ve Takahaski, K., Placement of a urethral catheter into the ureter: An unexpected complication after retropubic suspension, *Int., J., Urol.*, 12, 217- 219,2005.
- [10] Feeney, T., Faxon, D.P., Defining the clinical problem, “ D.Restonosis: A Guide to Therapy”, CRC Pres , New York, s. 1-8, 2001.
- [11] Kipshidze, N., Dangas, G., Tsapenko, M., Moses, J., Leon. M.B., Kutryk, M., Serruys, P., Role of the endothelium in modulating neointimal formation vasculoprotective approaches to attenuate restenosis after percutaneous coronary interventions, *J. Am. Coll. Cardiol.*, 44,733-739, 2004
- [12] Bhargava,B. ,Kartikeyan , G.Abizaid ,A.S., and Mehran , R., New Approaches to Preventing Restenosis,*BMJ*,327,274-279, 2003.
- [13] Khan, I.A., Patravale, V.B., The intra-vascular stent as a site- specific local drug delivery system, *Drug Dev. Ind. Pharm.*, 31, 59-78, 2005.
- [14] Winslow, R.D., Sharma, S.K. ve Kim, M.C., Restenosis and drug-eluting stents, *Mt.Siani J.Med.*, 72(2), 81-89, 2005
- [15] Tanabe, K., Regar, E., Lee, C.H., Hoye , A., van der Giessen W., Serruys, P.W., Local drug delivery using coated stents: new developments and future perspectives, *Curr.Pharm.Des.*, 10,357-367, 2004.
- [16] Van der Hoeven, B.L., Pires, N.M.M., Ward. H.M. Oemrawsingh, P.V., van Vlijmen, B.J.M., Quax, P.H.A., Schalij, M.J., van der Wall, E.E., Jukema, J.W., Drug-eluting stents: results, promises and problems, *Int,J.Cardiol.*, 99, 9-17, 2005.
- [17] Burt, H.M. ve Hunter W.L., Drug-eluting stents: A multidisciplinary success sory, *Adv.Drug Delivery Rev.*, 58, 350-357, 2006.
- [18] Ed Serruys P. Rensing B. , *Handbook of Coronary Stents*, IV.Baskı , Martin Dunitz,İngiltere, 2002.
- [19] Hunter, W.L., Drug-eluting stents: Beyond the hyberbole, *Adv.Drug Deliv. Rev.*, 58,347-349,2006
- [20] Chen ,M-C. , Liang,H-F. ,Chiu,Y-L. ,Chang, Y.Weı , H-J.,Sung , H-W., A novel drug- eluting stent spray coated with multi-layers of collagen and sirolimus, *J.Control.Release*,108,178-189, 2005.
- [21] Wang, X., Venkatraman, S.S., Boey, F.Y.C., Loo, J.S.C., Tan, L.P., Controlled release of sirolimus from a multilayered PLGA stent matrix, *Biomaterials*, 2006.
- [22] Chakraborty, S., Chatterjee, P., Athawale, V.M. Materials selection using complex proportional assessment and evaluation of mixed data methods. *Materials and Design* 32,851–860, 2001.
- [23] Chan, J.W.K., Application of grey relational analysis for ranking material options. *Int. J. Comput. Appl. Technol.* 26, 210–217, 2006.

- [24] Yurdakul, M, Selection of computer-integrated manufacturing technologies using a combined analytic hierarchy process and goal programming model. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 20, 329–340,2004.
- [25] Duran O., and Aguilo, J'. Computer-aided machine-tool selection based on a Fuzzy-AHP approach, *Expert Systems with Applications*, 34,1787–1794,2008.
- [26] Ayag, Z., A hybrid approach to machine-tool selection through AHP and simulation. *International Journal of Production Research*, 45(9), 2029–2050,2007.
- [27] Ic, Y.T., and Yurdakul, M., Development of a decision support system for machining centers election, *Expert Systems with Applications*, 36, 3505–3513,2009.
- [28] Ic, Y.T., An experimental design approach using TOPSIS method for the selection of computer-integrated manufacturing technologies, *Robotics and Computer- Integrated Manufacturing*, 28,245 256, 2012.
- [29] Eraslan, E. Ic, Y.T., A Multi-Criteria Approach For Determination of Investment Regions: Turkish Case. *Industrial Management and Data Systems*, 111 (6), 890-909,2011.
- [30] Yurdakul, M., İç, Y.T., AHP approach in the credit evaluation of the manufacturing firms in Turkey. *International Journal of Production Economics*, 88, 269-289, 2004.
- [31] Burns, L.R., Lee J.A., Bradlow E.T., Surgeon Evaluation of Suture and Endo- Mechanical Products, *Journal of Surgical Research*, 141, 220-233,2007.
- [32] ASGE technical status evaluation, Minimizing occupational hazards in endoscopy; personel protective equipment, radiation safety and ergonomics, *Gastrointestinal Endoscopy*, 72, 227-235, 2010.
- [33] Lee, S., Yang, J., Han, J.,Development of a decision making system for selection of dental implant abutments based on the fuzzy cognitive map.*Expert Systems with Applications* 39, 11564–11575, 2012.
- [34] Park, S.G., Lee, S.,Kim, M.-K., Kim, H.-G.,Shared decision support system on dental restoration. *Expert Systems with Applications* 39, 11775–11781, 2012.
- [35] İnternet: Alvimedica, <http://www.alvimedica.com/products/interventional-cardiology-portfolio/>, 2017.
- [36] Baş, T., Anket,Seçkin Yayınları, Ankara, 2010.
- [37] Saaty, T.L., Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process,RWS publications,Pittsburg, 1994.

## **EKLER**

### **EK-1. Veri Toplama Aracı Soruları**

**BAĞLI BULUNDUĞU KURUM/KURULUŞ:**  
**TARİHİ VE YERİ:**  
**STENT SEÇİMİNDE DOKTOR GÖRÜŞLERİ**

**1. Aşağıdaki stent türlerini kullanım sıklığınızı yüzdesel olarak belirtiniz.**

A) İlaçlı stent	%.....
B) İlaçsız stent	%.....
Toplam	% 100

**2. İlaç ya da ilaçsız stent seçerken tercih ettiğiniz nedenleri belirtiniz.**

1. Damar çapı
2. Damarın uzunluğu
3. Lezyonun yerleşim özellikleri (örn. ayırım lezyonları, osteal lezyonlar)
4. Eşlik eden hastalıkların varlığı (örn. D. Mellitus)
5. Üçlü antikoagülan – antiagregan tedavi kullanma gerekliliğinin olup olmaması
6. Yakın bir tarihte ameliyat planı olup olmadığı
7. Stente ulaşılabilirlik
8. Stent ile ilgili daha önceki gözlem ve deneyimler
9. SGK tarafından geri ödeme yapılabilmesi

**3. İlaç kaplı ve çıplak metal stent uygulamaları için; kullanılacak maksimum stent sayısı var mıdır?****4. Hastanın ilaç kaplı stent takılması isteği, stent seçiminizde ne kadar etkilidir ?**

1. etkisi yok
2. az etkili
3. orta düzeyde etkili
4. çok etkili ve/veya yönlendiricidir

**5. Aynı özelliklere sahip stentler arasından tercih yaparken dikkate alınabilecek aşağıdaki unsurları önem derecesine göre sıralayınız.(Her kategoriye önem belirtmek durumunda değilsiniz.)**

- (....) Marka bilinirliği  
 (....) Fiyat  
 (....) Tedarik kolaylığı  
 (....) Kalite standartları  
 (....) Çap ve uzunlukta çeşitlilik sunması  
 (....) Geri ödeme kolaylığı  
 (....) Kişisel klinik gözlem ve deneyim  
 (....) Stent ile ilgili yeterli sayıda hasta üzerinde çalışmaların yapılmış olması

**EK-1 DEVAM****6. Aşağıdakileri kriterleri alt üst limit belirterek ilaçlı/ilaçsız şeklinde gruplandırınız.**

- 1) Damar çapı (.....mm/.....mm) ilaçlı stent (.....mm/.....mm) ilaçsız stent
- 2) Darlık uzunluğu (.....mm/.....mm) ilaçlı stent (.....mm/.....mm) ilaçsız stent
- 3) Şeker hastalığı .....ilaçlı stent .....ilaçsız stent
- 4) Ayırım lezyonları ..... ilaçlı stent.....ilaçsız stent
- 5) Osteal lezyonlar ..... ilaçlı stent.....ilaçsız stent
- 6) Uzun süreli antikoagülan kullanma durumu .....ilaçlı stent..... ilaçsız stent
- 7) Restenoz varlığı .....ilaçlı stent .....ilaçsız stent
- 8) Operasyona gitme durumu .....ilaçlı stent .....ilaçsız stent

**7. Stentin kalitesini belirleyen temel unsurları ( dolayısıyla stent tercihlerinizde olması gerekli özellikleri) önem derecesine göre sıralayınız.(Her kategoriye önem belirtmek durumunda değilsiniz.)**

- (...) Klinik çalışmalar  
 (...) Stentin marka güvenilirliği

- (...) Tedarikçi firma destek hizmetleri
- (...) İlaç içerikleri
- (...) Polimer özellikleri
- (...) Platform özelliği
- (...) Yüksek kaliteli yüzey kaplama
- (...) Hücre tasarımı (Açık/kapalı)
- (...) Endotelizasyon süresi
- (...) Esneklik
- (...) Radyal güç ve recoil düzeyi
- (...) Stent balonunun yapısı
- (...) Homojen stent genişlemesi
- (...) Strat yapısı
- (...) Metal/arter oranı
- (...) Radyoopasitesi
- (...) Stent geçiş profili
- (...) Yan dal seçebilmesi
- (...) Biyolojik uyum

Diğer (Lütfen açıklayınız.)

## 8. Bu konuda takip ettiğiniz tıbbi kaynakların isimleri nelerdir?

### EK-2

#### FİRMA ADI:

#### ÜRETİCİ/DİSTRİBÜTÖR:

#### STENT SEÇİMİNDE FİRMA GÖRÜŞLERİ

- 1) Hangi marka stentleri satıyorsunuz?
- 2) Bu markaları hangi kriterlere göre seçiyorsunuz?
- 3) En çok sattığınız stent markası hangisidir?
- 4) Sattığınız ürünlerin geribildirimini alıyor musunuz? Geri bildirim alıyorsanız ne gibi yaklaşımlarda bulunuyorsunuz?
- 5) Sizin firmanız için stentin kalitesini belirleyici unsurlar nelerdir?
- 6) Aynı özellikteki stentler arasında tercih yaparsanız kalitesi mi yoksa fiyatını belirleyici olur?
- 7) Doktorların stent seçimindeki talepleri hangi markalardır?

### EK-3.

Veri-Bilgi Toplama Aracının Sonuçlarının İstatistiksel Analizi ve Sonuçlarının Derlenmesi Sağlık Bakanlığından alınan verilerden yararlanılarak, Ankara ilinde bulunan hastanelerde stent takma işlemi gerçekleştiren 186 adet kardiyolog bulunduğu öğrenilmiştir. Bu sayı için gerekli olan örneklem büyüklüğü istatistiksel analiz tekniklerinden faydalanılarak %95 güven aralığında aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır [36].



$$n = Nt^2 pq / [d^2 (N-1) + t^2 pq]$$

t=1,96 (teorik t değeri tablodan bulunmuştur.)  
d=α=0,05 (olayın görülüş sıklığına göre örnekleme hatası)  
p=0,5 (incelenen olayın görülüş sıklığı)  
q=0,5 (incelenen olayın görülmeyiş sıklığı)

Soruların içeriklerinin çok farklı olduğu durumlarda homojen olmadığı varsayımında bulunulur ve bu durumdaki p=q değerleri 0,5 olarak alınmaktadır.

N=186 (Ankara ilinde bulunan stent takan kardiyolog sayısı) olduğuna göre, Eş.(1)'den örneklem büyüklüğü n=126 adet olarak belirlenmiştir. Sorulara verilen cevaplar doğrultusunda aşağıda ifade edilen bilgiler derlenmiştir:

#### a) Kardiyologların İlaçlı Stent Kullanma Tercihi

Şekil 13 kardiyologların ilaçlı stent tercihlerinin grafiksel olarak ifade edilmiş halidir. Grafikten de görüldüğü 126 adet örneklemin ilaçlı stent tercihlerindeki ortalaması 0,4737, standart sapması ise 0,1657'dir.

#### b) Kardiyologların İlaçsız Stent Kullanma Tercihi

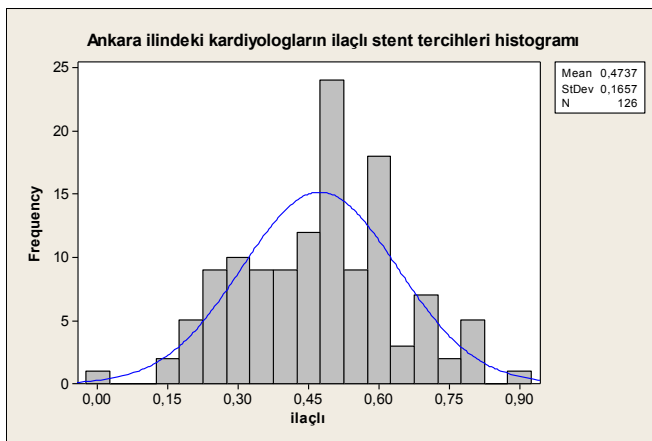
Şekil 14'deki grafikten de görüldüğü gibi 126 adet örneklemin ilaçsız stent tercihlerindeki ortalaması 0,5263, standart sapması ise 0,1657'dir.

#### c) İlaçlı/İlaçsız Stent Seçerken Kardiyologların Tercihi Nelerdir?

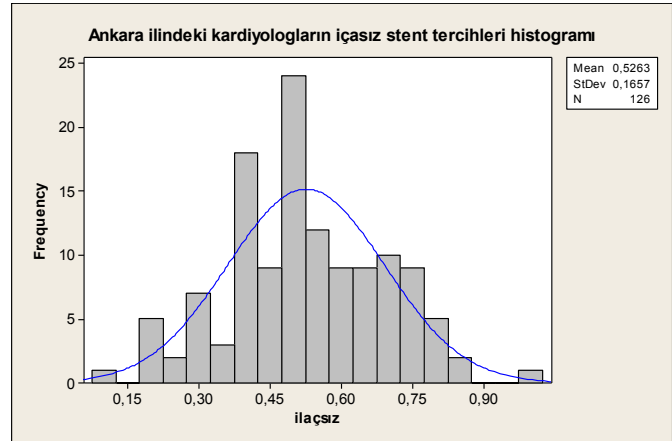
Şekil 15' de ilaçlı/ilaçsız seçim kriterleri grafik üzerinde gösterilmiştir. Damar çapının %56'lık oranla en önemli paya sahip olduğu görülmektedir.

#### d) İlaç Kaplı ya da Çıplak Metal Stent Uygulamaları İçin Maksimum Stent Sayısı Var Mıdır?

Veri-bilgi toplama sorularının içeriğinde bu sorunun cevabı olarak kardiyologlar evet/hayır cevaplarını vermişlerdir (evet=1, hayır=0). Yüzdeler dağılımı; %56,35 kısıt yok, %43,65' ise kısıt var şeklinde elde edilmiştir. Karar destek sistemi aşamasında böyle bir kısıtın ihmal edilebileceği görülmektedir.



Şekil 13. Ankara ilindeki kardiyologların ilaçlı stent tercihleri histogramı



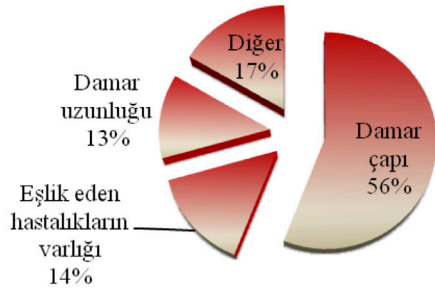
Şekil 14. Ankara ilindeki kardiyologların ilaçsız stent tercihleri histogramı

#### e) İlaç Kaplı Stent Seçiminde Hastanın Kararı Etkili Midir?

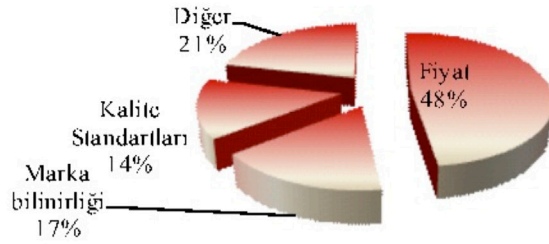
Kardiyologların ilaçlı ya da ilaçsız stent tercihlerinde %32,54' lük bir oranla hastanın kararı orta düzeyde etkilidir. Karar destek sisteminde hastanın tercihlerinin de etkili olması durumu dikkate alınacaktır.

## f) Aynı Özelliklere Sahip Stentler Arasında Tercih Yaparken Dikkate Alınacak Unsurları Önem Derecesi

Veri toplama aracından alınan bilgiler doğrultusunda doktorların tercihinde %48 fiyat, %17 marka bilinirliği, %14 kalite standartları ve %21 diğer faktörler etkili olmaktadır (Şekil 16).



Şekil 15. İlaçlı/ilaçsız Stent Seçim Kriterleri



Şekil 16. Stent Seçim Kriterlerinin Önem Derecelerine Göre Yüzde Gösterimi

## g) Kardiyologların İlaçlı/ilaçsız Stent Seçimlerindeki Etkenler

### Damar Çapı

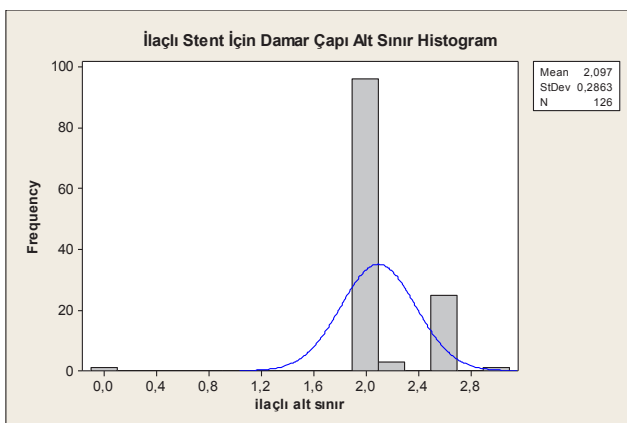
Veri-bilgi toplama sorularının içeriğinde bu kriterin cevabı olarak kardiyologlardan ilaçlı/ilaçsız stent kullanımları için damar çapına ait alt ve üst sınır belirlemeleri istenmiştir.

### İlaçlı Stent

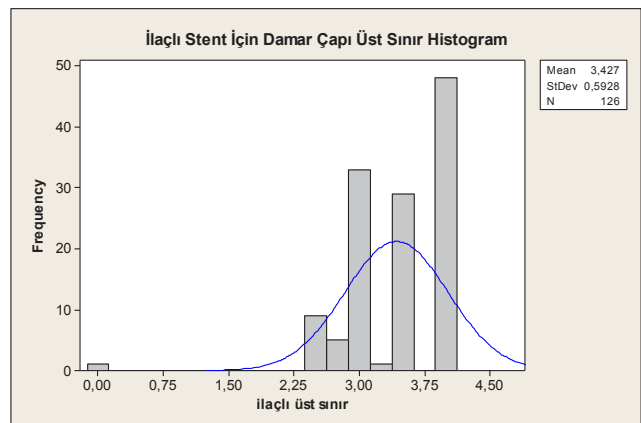
Şekil 17'de de görüldüğü gibi ilaçlı stent için alt sınır 2,00mm, ortalama 2,097mm, standart sapma ise 0,2863mm'dir. Şekil 18'de görüldüğü gibi ilaçlı stent için damar çapı üst sınır için spesifik bir değerden bahsedilemez. Ortalama olarak bir üst sınırdan bahsedilirse bu değer 3,427mm, standart sapması ise 0,5928mm'dir.

### İlaçsız (çıplak kaplı) Stent

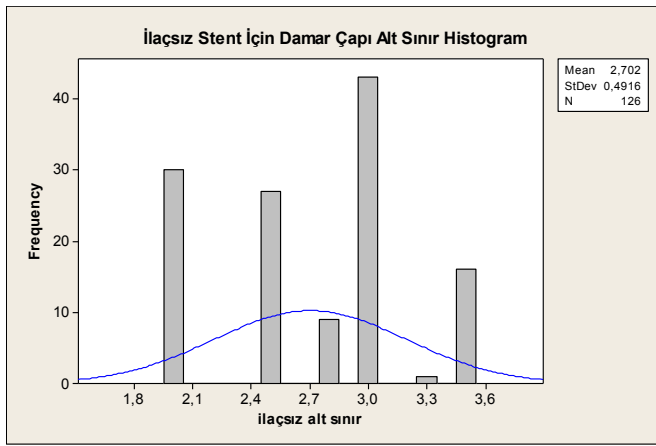
Şekil 19'da görüldüğü gibi ilaçsız stent için damar çapı alt sınır için spesifik bir değerden bahsedilemez. Ortalama olarak bir üst sınırdan bahsedilirse bu değer 2,702mm, standart sapması ise 0,4916mm'dir. Şekil 20'de görüldüğü gibi ilaçsız stent için damar çapı üst sınır ortalaması 4,163mm, standart sapması ise 0,2671mm'dir.



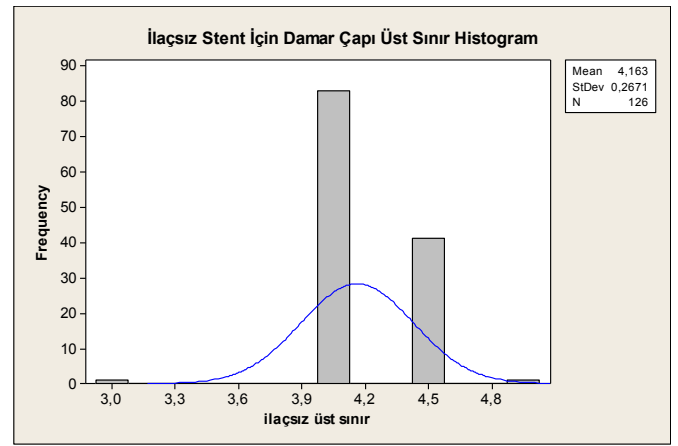
Şekil 17. İlaçlı stent tercihleri için damar çapı alt sınırı histogramı



Şekil 18. İlaçlı stent tercihleri için damar çapı üst sınırı histogramı



Şekil 19. İlaçsız stent tercihi için damar çapı alt sınırı histogram



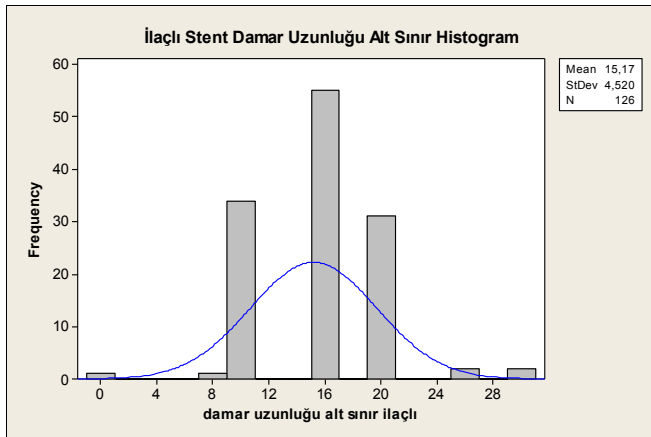
Şekil 20. İlaçsız stent tercihleri için damar çapı üst sınırı histogramı

### Damar Uzunluğu

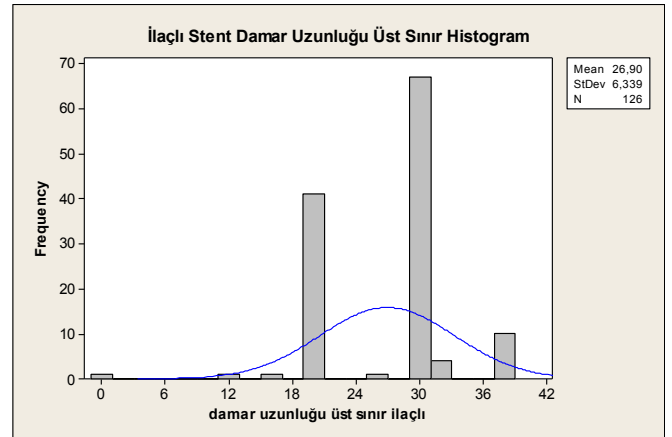
Veri-bilgi toplama soruları içeriğinde bu kriterin cevabı olarak kardiyologlardan ilaçlı/ilaçsız stent kullanımları için damar uzunluğuna ait alt ve üst sınır belirlemeleri istenmiştir.

### İlaçlı Stent

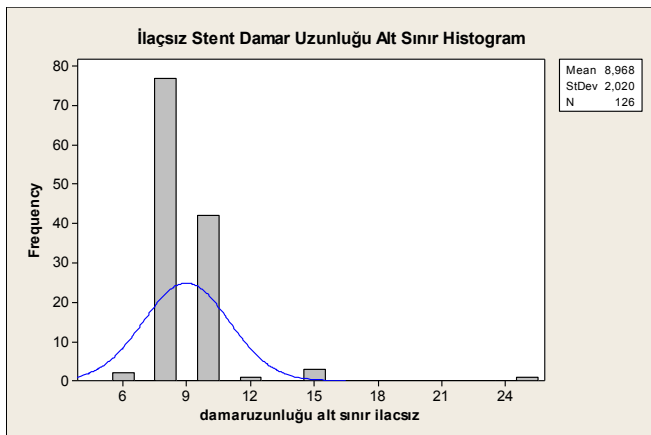
Şekil 21’de görüldüğü gibi ilaçsız stent için damar uzunluğu alt sınır ortalaması 15,17mm, standart sapması ise 4,520mm’dir. Şekil 22’de görüldüğü gibi ilaçsız stent için damar uzunluğu üst sınır ortalaması 26,90mm, standart sapması ise 6,339mm’dir.



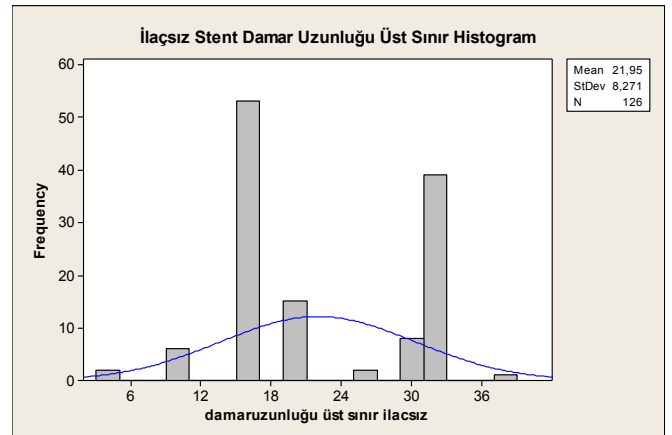
Şekil 21. İlaçlı stent tercihleri için damar uzunluğu alt sınırı histogramı



Şekil 22. İlaçlı stent tercihleri için damar uzunluğu üst sınırı histogramı



Şekil 23. İlaçsız stent tercihleri için damar uzunluğu alt sınırı histogramı



Şekil 24. İlaçsız stent tercihlerinde damar uzunluğu üst sınırı histogramı

### İlaçsız Stent

Şekil 23’de görüldüğü gibi ilaçsız stent için damar uzunluğu üst sınır ortalaması 8,968mm, standart sapması ise 2,020mm’dir. Şekil 24’de görüldüğü gibi ilaçsız stent için damar uzunluğu üst sınır ortalaması 21,95mm, standart sapması ise 8,271mm’dir.

#### ı) Şeker Hastalığı Varlığında Kardiyologların Tercihi

Kardiyologların şeker hastalığı varlığı durumunda %0,79’luk bir oranla ilaçsız stent,%99,21’lik bir oranla ise ilaçlı stent tercih etmişlerdir. Karar destek sistemi aşamasında şeker hastalığının varlığı durumunda ilaçlı stentler arasından tercih yapılmasına öncelik verilecektir.

#### ı) Ayrım Lezyonları Varlığında Kardiyologların Tercihi

Kardiyologların ayırım lezyonları varlığı durumunda %6,35’lik bir oranla ilaçsız stent,%93,65’lik bir oranla ise ilaçlı stent tercih etmişlerdir. Karar destek sistemi aşamasında ayırım lezyonlarının varlığı durumunda ilaçlı stentler arasından tercih yapılmasına öncelik verilecektir.

#### j) Osteal Lezyonların Varlığında Kardiyologların Tercihi

Kardiyologların ayırım lezyonları varlığı durumunda %13,49’luk bir oranla ilaçsız stent,%86,51’lik bir oranla ise ilaçlı stent tercih etmişlerdir. Karar destek sistemi aşamasında osteal lezyonların varlığı durumunda ilaçlı stentler arasından tercih yapılmasına öncelik verilecektir.

#### k) Uzun Süreli Antikoagülan Kullanma Durumunda Kardiyologların Tercihi

Kardiyologların uzun süreli antikoagülan kullanma durumunda %59,52’lik bir oranla ilaçsız stent,%40,48’lik bir oranla ise ilaçlı stent tercih etmişlerdir. Karar destek sistemi aşamasında uzun süreli antikoagülan kullanma durumunda ilaçlı/ilaçsız arasında anlamlı bir fark olmadığından bir öncelik belirtilmeyerek kardiyoloğun tercihinin bırakılacaktır.

#### l) Restenoz Varlığı Durumunda Kardiyologların Tercihi

Tablo 1’de görüldüğü gibi kardiyologların restenoz varlığı durumunda %22,22’lik bir oranla ilaçsız stent,%77,78’lik bir oranla ise ilaçlı stent tercih etmişlerdir. Karar destek sistemi aşamasında restenoz varlığı durumunda ilaçlı stentler arasından tercih yapılmasına öncelik verilecektir. 1: İlaçlı stent, 0: İlaçsız stent şeklinde excel ortamında kodlama yapılmıştır.

**Tablo 1.** Restenoz varlığı durumunda kardiyoloğun tercihi

X	Count	CumCnt	Percent	CumPct
0	28	28	22,22	22,22
1	98	126	77,78	100,00


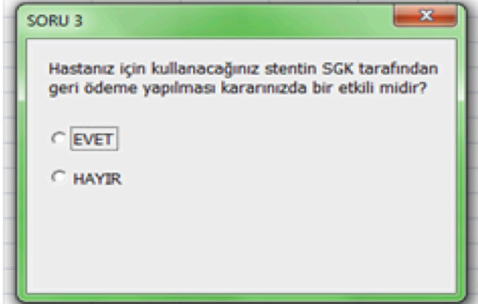
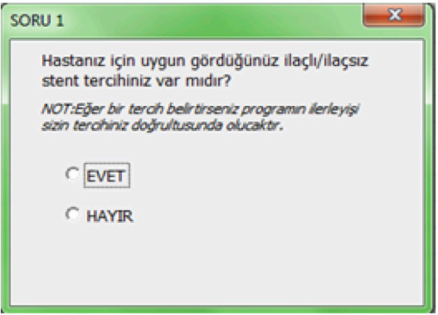
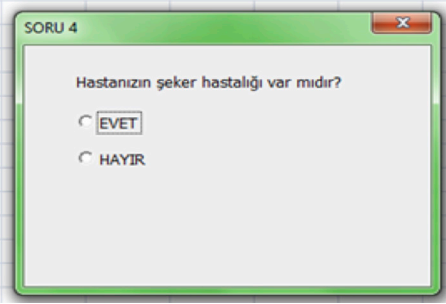
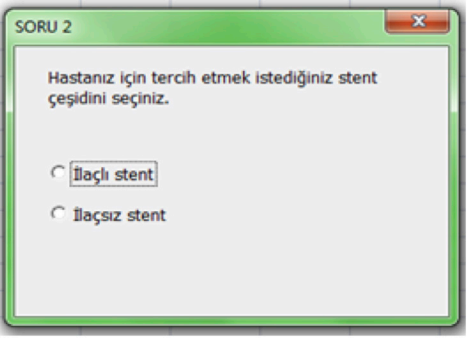
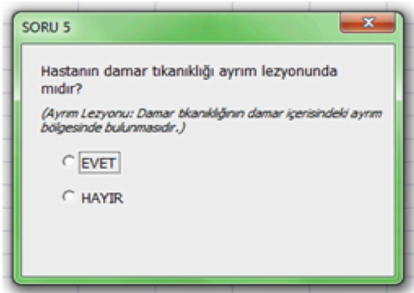
#### k) Hastanın Operasyona Gitme Durumunda Kardiyologların Tercihi

Kardiyologların hastanın operasyona gitme durumunda %92,06’lık bir oranla ilaçsız stent,%7,94’lük bir oranla ise ilaçlı stent tercih etmişlerdir. Karar destek sistemi aşamasında hastanın operasyona gitme durumunda ilaçsız stentler arasından tercih yapılmasına öncelik verilecektir.

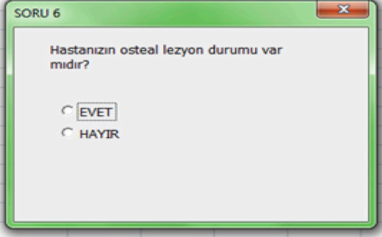
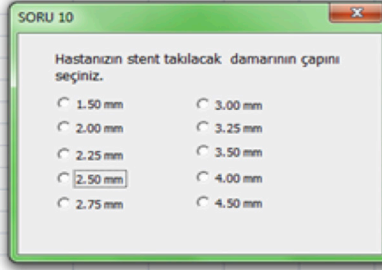
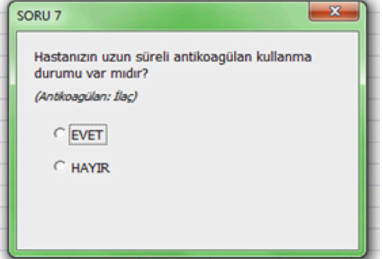
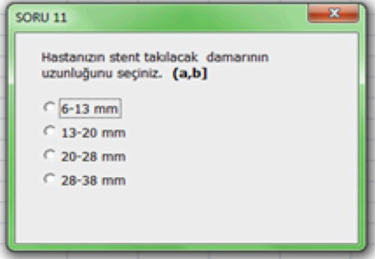
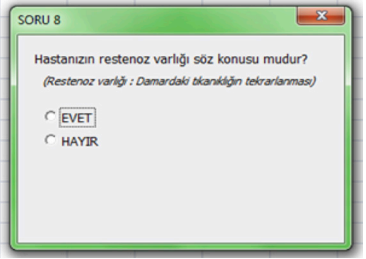
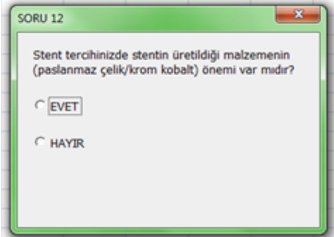
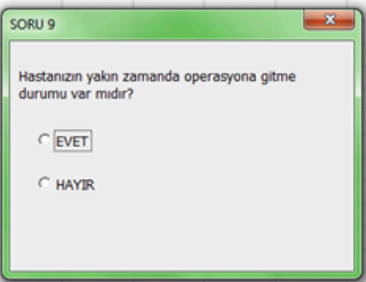
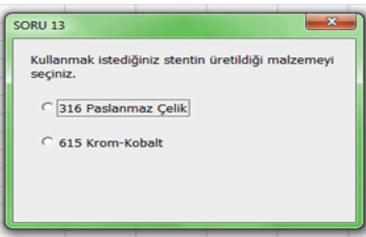
#### EK-4:

Oluşturulan KDS’ye ilişkin ekran görüntüleri akış sıralamasına uygun olarak aşağıdaki Tablo 2’de sunulmuştur:

**Tablo 2.** Geliştirilen KDS'nin akış şemasına uygun olarak sıralanan ekran görüntüleri

<p>KDS'nin ilk aşmasında Şekil 25'de görülen ana ekran çıkmakta ve karar verici stent seçim işlemine başlamaktadır.</p>  <p><b>Şekil 25.</b> Excel Sayfasının Ana Görünümü</p>	<p>Şekil 28'de kullanıcıya hastası için kullanacağı stentin SGK tarafından geri ödeme yapılmasının kararındaki etkisi sorulmaktadır. Eğer kullanıcı bu soruya EVET cevabını verir ise program SGK'nın geri ödeme yapmadığı stentleri elemektedir.</p>  <p><b>Şekil 28.</b> Karar Vericiye Üçüncü Sorunun Yöneltilmesi</p>
<p>“PROGRAMI BAŞLAT” butonuna basıldığında Şekil 26'da görülen ilaçlı/ilaçsız stent seçimi tercihinin sorgulandığı ekran görüntülenmektedir.</p>  <p><b>Şekil 26.</b> Karar Vericiye Birinci Sorunun Yöneltilmesi</p>	<p>Şekil 29'da ise kullanıcıya hastasının şeker hastalığı olup olmadığı sorulmaktadır.</p>  <p><b>Şekil 29.</b> Karar Vericiye Dördüncü Sorunun Yöneltilmesi</p>
<p>Şekil 26'da sorulan soruya EVET cevabı verilir ise kullanıcıya Şekil 27'de görüldüğü gibi tercih etmek istediği stent çeşidi sorulmaktadır.</p>  <p><b>Şekil 27.</b> Karar Vericiye İkinci Sorunun Yöneltilmesi</p>	<p>Şekil 30'da hastasının damar tıkanıklığının yerinin ayrım lezyonunda olup olmadığı sorulmaktadır.</p>  <p><b>Şekil 30.</b> Karar Vericiye Beşinci Sorunun Yöneltilmesi</p>

**Tablo 2.** Geliştirilen KDS'nin akış şemasına uygun olarak sıralanan ekran görüntüleri (devam ediyor)

<p>Şekil 31'de hastasının osteal lezyon durumunun olup olmadığı sorulmaktadır.</p>  <p><b>Şekil 31.</b> Karar Vericiye Altıncı Sorunun Yöneltilmesi</p>	<p>Şekil 35'de kullanıcıdan hastasının stent takılacak damarının çapını seçmesi istenmektedir.</p>  <p><b>Şekil 35.</b> Karar Vericiye Onuncu Sorunun Yöneltilmesi</p>
<p>Şekil 32'de hastasının uzun süreli antikoagülan kullanma durumunun olup olmadığı sorulmaktadır.</p>  <p><b>Şekil 32.</b> Karar Vericiye Yedinci Sorunun Yöneltilmesi</p>	<p>Şekil 36'da ise kullanıcıdan hastasının stent takılacak damarının uzunluğunu seçmesi istenmektedir.</p>  <p><b>Şekil 36.</b> Karar Vericiye On Birinci Sorunun Yöneltilmesi</p>
<p>Şekil 33'de kullanıcıya hastasının osteal lezyon durumunun olup olmadığı sorulmaktadır.</p>  <p><b>Şekil 33.</b> Karar Vericiye Sekizinci Sorunun Yöneltilmesi</p>	<p>Şekil 37'de sorulan soruya kullanıcı EVET cevabını verir ise Şekil 38'deki gibi kullanıcıdan hastasına takılacak stentin üretildiği malzemeyi seçmesi istenmektedir.</p>  <p><b>Şekil 37.</b> Karar Vericiye On İkinci Sorunun Yöneltilmesi</p>
<p>Şekil 34'de ise kullanıcıya hastasının yakın zamanda operasyona gitme durumunun olup olmadığı sorulmaktadır.</p>  <p><b>Şekil 34.</b> Karar Vericiye Dokuzuncu Sorunun Yöneltilmesi</p>	<p>Şekil 37'de sorulan soruya kullanıcı EVET cevabını verir ise Şekil 38'deki gibi kullanıcıdan hastasına takılacak stentin üretildiği malzemeyi seçmesi istenmektedir.</p>  <p><b>Şekil 38.</b> Karar Vericiye On Üçüncü Sorunun Yöneltilmesi</p>

Ön eleme/değerlendirme bölümündeki soruların cevaplanmasının ardından elde edilen aday stent modelleri belirlenir. Bu adaylar arasından en uygun olanı belirlemek üzere adaylar AHP modülüne aktarılır ve kendi aralarında sıralanır. Saaty [30,37] tarafından geliştirilen bu yöntemin uygulama adımları aşağıdaki gibidir:

Başlangıç olarak problem tanımlanır ve hedef belirlenir. Belirlenen bu hedefden başlayarak, orta seviyedeki kriterlerden en alt düzeydeki alternatifleri sıralayarak hiyerarşik yapı oluşturulur. Çeşitli alternatif ya da kriterin diğerlerine göre önemini belirlemek için ikili olarak karşılaştırmalar yapılır ve ikili karşılaştırma matrislerinin (nxn) boyutunda oluşturulur. İkili karşılaştırma matrisinde her sütun için, sütunlar toplanır ilgili sütun toplamına bölünerek matrisin normalleştirilmesi yapılır. Normalleştirilen bu matriste her bir kriterin ait olduğu satırın toplamı alınır. Satır toplamlarından oluşam matris tekrar normalize edilerek kriter ağırlıkları belirlenmiş olur.

KDS'nin AHP modülü stent modellerinden çok, üretici firma bazında bir sıralama yapmakta ve belirlenen aday stentler üretici firma puanlarıyla etkileştirilerek sıralanmaktadır. AHP modelinde kullanılan; stent markalarına ait klinik çalışmaların var olması, tedarikçi firmanın güvenilirliği ve stentlerde kullanılan Metal/Arter oranı kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi ve hesaplanan kriter ağırlıkları Tablo 3'de verilmektedir. Herbir firmanın ilgili kriterlerdeki performans puanları ile kriter ağırlık puanları çarpılıp toplamaları alınarak firma puanları elde edilmiştir (Tablo 4).

**Tablo 3.** Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisi

Firmalar	Firma Sıralama Puanları
A	0,8792
B	0,4146
C	0,3850
D	0,7000

**Tablo 4.** Stent Modellerinin Hesaplanan Puanları

	Klinik çalışmalar	Tedarikçi Firma Güvenilirliği	Metal/Arter Oranı	Normalize Matris			Satır Toplamı	Ağırlık
Klinik çalışmalar	1	5	3	0,652174	0,813953	0,272727	1,738855	0,579618
Tedarikçi Firma Güvenilirliği	0,200	1	7	0,130435	0,162791	0,636364	0,929589	0,309863
Metal/Arter Oranı	0,333	0,143	1	0,217391	0,023256	0,090909	0,331556	0,110519
Toplam	2	6	11				3,00	1,00

