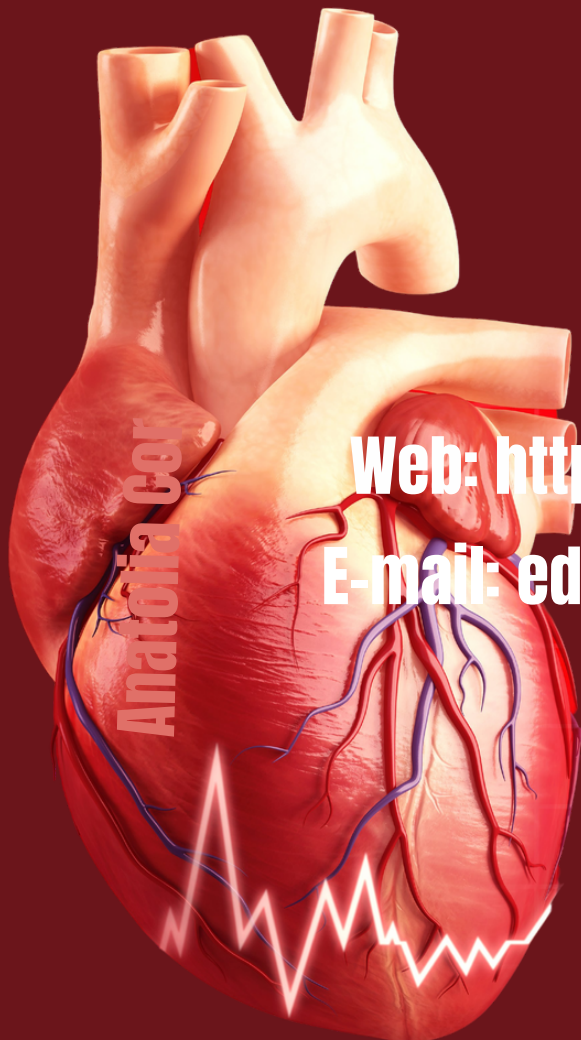




E-ISSN: 3023-5413

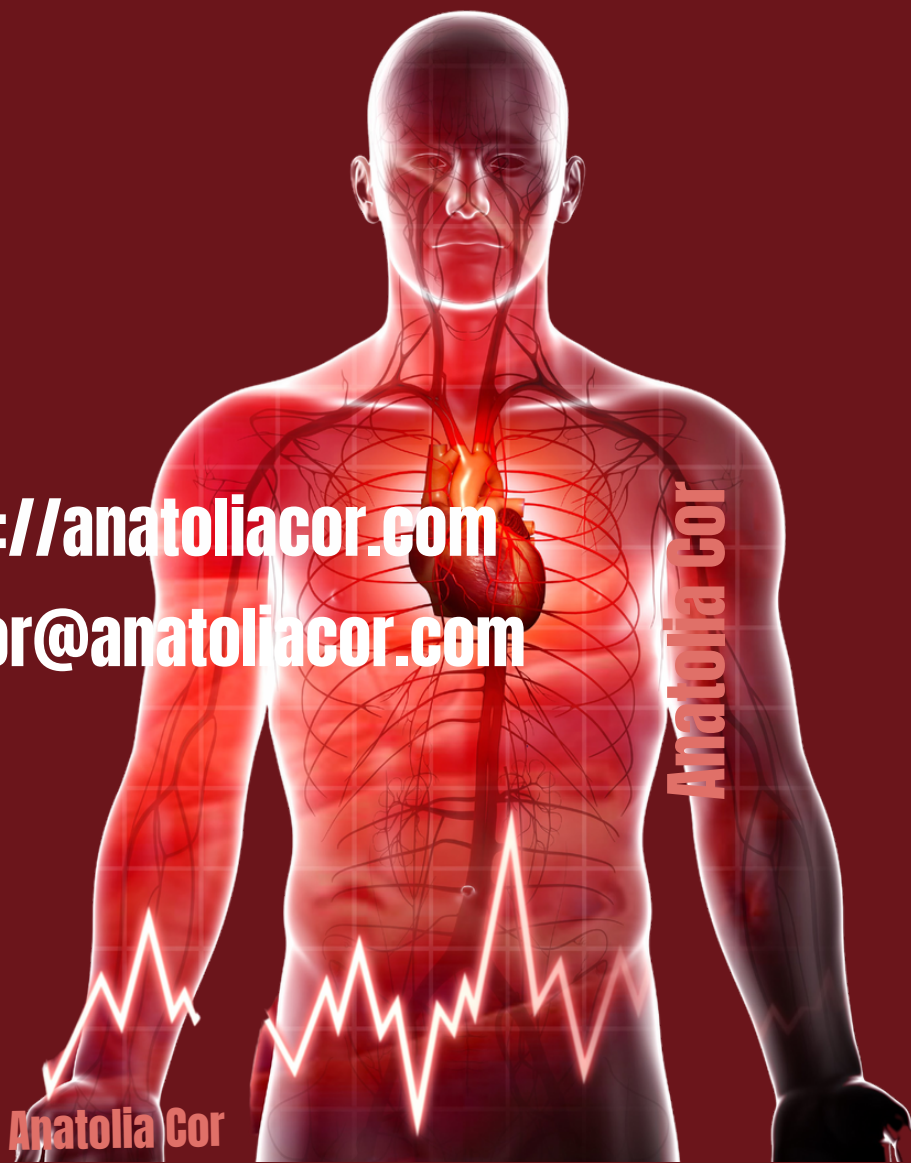
# Anatolia Cor

## International Heart Journal



Web: <https://anatoliacor.com>

E-mail: [editor@anatoliacor.com](mailto:editor@anatoliacor.com)



Anatolia Cor



# Anatolia Cor

ISSN ONLINE  
3023-5413

INTERNATIONAL HEART JOURNAL

ISSN: 3023-5413

CILT/VOLUME: 2

SAYI/ISSUE: 2

YIL/YEAR: 2024

AĞUSTOS/AUGUST 2024

**Anatolia Cor - International Heart Journal** publishes scientific/original research and review articles. It is published electronically four times a year.

It is an international scientific refereed journal that publishes articles written in English and Turkish, and includes academicians from different countries in its boards. Uses "Double-Blind Peer Review" in reviewing processes. It has adopted the open access principle. No fee is requested from the authors for open access, processing, publication fee or otherwise. It is totally FREE.

The responsibility of the articles published in this journal in terms of science and language belongs to the authors. The articles published in the journal cannot be used without reference.

**Anatolia Cor - International Heart Journal**, bilimsel/özgün araştırma ve inceleme makaleleri yayınlamaktadır. Yılda dört kez elektronik ortamda yayımlanır.

İngilizce ve Türkçe yazılmış makaleler yayınlayan, kurullarında farklı ülkelerden akademisyenlere yer veren uluslararası bilimsel hakemli bir dergidir. İnceleme süreçlerinde "Çift-Kör Hakem Değerlendirmesi"ni kullanır. Açık erişim ilkesini benimsemiştir. Yazarlardan açık erişim, işleme, yayın ücreti ve benzeri herhangi bir ücret talep edilmemektedir. Tamamen ÜCRETSİZDİR. Bu dergide yayınlanan yazıların bilim ve dil açısından sorumluluğu yazarlarına aittir.

Dergide yayınlanan makaleler kaynak gösterilmeden kullanılamaz.

Web: [www.anatoliacor.com](http://www.anatoliacor.com)

E-mail: [editor@anatoliacor.com](mailto:editor@anatoliacor.com)

**Anatolia Cor - International Heart Journal**  
ISSN: 3023-5413

## Anatolia Cor - International Heart Journal

ISSN: 3023-5413  
Cilt/Volume: 2 Sayı/Issue: 2  
Ağustos/August 2024

**Yayımcı/İmtiyaz Sahibi (Publisher/Privilege Owner):**  
Bişar Amaç Yayıncılık Basım Organizasyon Ticaret İthalat Ve İhracat Anonim Şirketi  
**Yayınevi Sertifika No/Publisher Certificate Number:** 72941  
**Yayınevi Adresi/Publisher Address:** Seyrantepe District. 8076 St. No: 14/22 Karaköprü / Şanlıurfa, Türkiye.  
Post code: 63320 E-mail: iletisim@bapacademy.com

## EDİTÖR KURULU / EDITORIAL TEAM

### EDITOR-IN-CHIEF / BAŞ EDİTÖR

- Bişar AMAÇ, Asst. Prof. Dr.** Harran University, Faculty of Health Sciences, Department of Perfusion, Sanliurfa, Türkiye.

### SPECIALITY EDITORS / ALAN EDİTÖRLERİ

#### *Cardiology Speciality Editors / Kardiyoloji Alan Editörü*

- Fatih GÜNGÖREN, Assoc. Prof. Dr.** Medicana Ataköy Hospital, Cardiology Clinic, Istanbul, Türkiye.

#### *Cardiovascular Surgery Speciality Editors / Kalp Damar Cerrahi Alan Editörü*

- Mehmet Salih AYDIN, Prof. Dr.** Harran University, Faculty of Medicine, Department of Cardiovascular Surgery, Sanliurfa, Türkiye.
- Murat Ziya BAĞIŞ, Asst. Prof. Dr.** Harran University, Faculty of Medicine, Department of Cardiovascular Surgery, Sanliurfa, Türkiye.

#### *Perfusion Speciality Editors / Perfüzyon Alan Editörü*

- Ömer GÖÇ, Lecturer Dr.** Harran University, Vocational School of Health Services, Sanliurfa, Türkiye.

#### *Statistics Editor / İstatistik Editörü*

- Sadi ELASAN, Assoc. Prof. Dr.** Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Medicine, Department of Biostatistics and Medical Informatics, Van, Türkiye.

### PUBLICATION BOARD / YAYIN KURULU

- Ertuğrul ERTUĞRUL, MD.** Malatya Training and Research Hospital, Cardiovascular Surgery, Malatya, Türkiye.
- Mehmet Ergun TECİMER, MD.** Malatya Training and Research Hospital, Cardiovascular Surgery, Malatya, Türkiye.
- Mustafa ABANOZ, Assoc. Prof. Dr.** University of Health Sciences, Şanlıurfa Mehmet Akif İnan Training and Research Hospital, Cardiovascular Surgery, Şanlıurfa, Türkiye.
- Nazım KANKILIÇ, Assoc. Prof. Dr.** University of Health Sciences, Şanlıurfa Mehmet Akif İnan Training and Research Hospital, Cardiovascular Surgery, Şanlıurfa, Türkiye.
- Ahmet Ali ÇOBAN, Perf.** Adana City Training and Research Hospital, Perfusion Department, Adana, Türkiye.
- Mustafa AKDİ, MD.** University of Health Sciences, Şanlıurfa Mehmet Akif İnan Training and Research Hospital, Cardiovascular Surgery, Sanliurfa, Türkiye.
- Mahmut PADAK, Asst. Prof. Dr.** Harran University, Faculty of Health Sciences, Department of Perfusion, Sanliurfa, Türkiye.
- Julio Michel Arias Manganelly, MD.** University of Medical Sciences of Camagüey, Nuevitas Branch. Martín Chang Puga General Teaching Hospital, Cuba.

### LAYOUT AND SECRETARIAT / MİZANPAJ VE SEKRETERYA

- BAP ACADEMY**  
(www.bapacademy.com)

## CONTENTS / İÇİNDEKİLER

### Research Articles / Araştırma Makaleleri

- *Evaluation of Youtube Videos in Minimally Invasive Cardiac Surgery*

Author(s): Kübra Çiçekli

Pages: 07-15

### Reviews / Derlemeler

- *Use of Artificial Intelligence in Heart Diseases*

Author(s): Ömer Göç

Pages: 16-22

- *The Relationship Between Cardiovascular Diseases and Thyroid Hormones*

Author(s): Yasemin Hacıoğlu

Pages: 23-30

## Minimal İnvazif Kalp Cerrahisinde Youtube Videolarının Değerlendirilmesi

Evaluation of Youtube Videos in Minimally Invasive Cardiac Surgery

 Kübra Çiçekli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Private Clinic, İstanbul, Türkiye

### ÖZET

Minimal invaziv kalp ameliyatı, geleneksel açık kalp ameliyatına göre birçok avantajı nedeniyle giderek daha popüler hale geldi. Ancak bu prosedürlerin etkinliğini değerlendirmek zor olabilir. Bu soruna olası bir çözüm, YouTube videolarının bir değerlendirme aracı olarak kullanılmasıdır. Bu araştırma makalesi, değerlendirme kriterleri, analizden elde edilebilecek veri türü ve değerlendirme için YouTube videolarını kullanmanın yararları da dahil olmak üzere, minimal invaziv kalp cerrahisinde YouTube videolarının değerlendirilmesini araştırmaktadır. Ayrıca makale, yeni teknolojiler ve potansiyel uygulamalar da dahil olmak üzere bu tür değerlendirmenin gelecekteki yönlerini tartışıyor. Minimal invaziv kalp cerrahisi bağlamında YouTube videolarının kullanımını inceleyerek bu makale, bu prosedürlerin etkinliği ve bunları değerlendirmenin en iyi yolları hakkında devam eden tartışmalara katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Minimal İnvazif Cerrahi, Kalp Cerrahisi, YouTube Değerlendirmesi, Eğitim Videoları.

### ABSTRACT

Minimally invasive heart surgery has become increasingly popular due to its many advantages over traditional open heart surgery. However, evaluating the effectiveness of these procedures can be difficult. One possible solution to this problem is the use of YouTube videos as an evaluation tool. This research article explores the evaluation of YouTube videos in minimally invasive cardiac surgery, including evaluation criteria, the type of data that can be obtained from the analysis, and the benefits of using YouTube videos for evaluation. The article also discusses future directions of such evaluation, including new technologies and potential applications. By examining the use of YouTube videos in the context of minimally invasive cardiac surgery, this article aims to contribute to the ongoing debate about the effectiveness of these procedures and the best ways to evaluate them.

**Keywords:** Minimally Invasive Surgery, Cardiac Surgery, YouTube Evaluation, Training Videos.

### GİRİŞ

Minimal invaziv kalp ameliyatı (MICS), daha küçük kesilerle karmaşık operasyonların gerçekleştirilmesini içeren bir kalp ameliyatı türüdür. Kalp cerrahisinin benimsediği yeni bir yaklaşımdır (1). MICS'in amacı prosedürleri daha az invazif hale getirmek ve postoperatif ağrı ve komplikasyonları azaltmaktır (2). Robotik ve ileri görüntüleme teknolojisinin kullanılması onu daha hassas ve etkili hale getirmiştir (2). Bu, geleneksel açık kalp ameliyatına kıyasla daha kısa hastanede kalış süresi ve daha hızlı iyileşme süresi ile sonuçlanmıştır (2). MICS, kısmi sternotomi gerektiren veya tamamen sternotomisiz prosedürleri içerir (2). İlgili uzmanlık ile yapılabilir ve cerrahi çözüm gerektirir (3). MICS tarafından gerçekleştirilen prosedürler arasında koroner arter bypass cerrahisi, mitral kapak onarımı, transapikal aort kapak implantasyonu, sınırlı erişim, tamamen endoskopik pulmoner ven izolasyonu ve torasik endogreftleme yer almaktadır (1). Bazı durumlarda MICS, kardiyopulmoner bypass olmadan da yapılabilir (4). Periferik kanülasyon minimal invaziv bir tekniktir ancak riskler taşır (5). Sternotomi gerektirmeyen MICS için sağ veya sol minitorakotomi kullanılabilir (2). Sol lateral erişim periferik damarlara daha kolay erişim sağlar ancak MICS'de daha proksimal kısımlara erişim sağlamaz (2). Minimal invazif koroner cerrahide hedef damarların kalitesi birincil öneme sahiptir (2). MICS ile ilgili kanıtlar, MEDLINE ve PubMed Central veritabanlarındaki seçici bir aramanın yanı sıra Google Akademik arama motoru tarafından da elde edilmiştir (2). MICS hakkındaki mevcut kanıtlar ilgili randomize çalışmalara ve veri tabanı çalışmalarına dayanmaktadır (2). Kabul edilebilir çalışma süresine sahiptir, etkili ve tekrarlanabilir ve kabul edilebilir morbidite ve mortalite oranlarına sahiptir (3). Hastalar daha az invaziv operasyonları tercih etmektedir ve literatür, kan kaybının azalması,

Corresponding Author: Kübra Çiçekli, e-mail: kubracekli0063@gmail.com

Received: 04.05.2024, Accepted: 15.07.2024, Published Online: 01.08.2024

Cited: Çiçekli K. Evaluation of Youtube Videos in Minimally Invasive Cardiac Surgery. Anatolia Cor. 2024;2(2):07-15.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13141680>



The journal is licensed under a [Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



hastanede kalış süresinin kısalması, postoperatif ağrının azalması ve daha iyi kozmetik gibi faydalarını desteklemektedir (4).

### **Minimal İnvazif Kalp Cerrahisinin Avantajları Ve Dezavantajları**

Minimal invaziv kalp cerrahisinin avantajları arasında enfeksiyon riskinin azalması, kozmetik sonuçların iyileşmesi ve postoperatif ağrının azalması yer alır (6). Ek olarak, minimal invaziv aort kapak cerrahisinde en sık kullanılan kesi kısmı üst sternotomidir (6) (7). Bu yaklaşım, medyan sternotomiden kozmetik olarak daha kabul edilebilirdir ve lokalize ağrı, interkostal blokla iyi kontrol edilir (6). Ek olarak, minimal invazif kalp cerrahisi sternal instabilite riskini azaltabileceği gibi kesi boyutunu en aza indirerek hastalara psikolojik faydalar da sağlayabilir (7). Bununla birlikte, minimal invazif bir yaklaşım, geleneksel yaklaşımla karşılaştırıldığında daha uzun iskemik ve kardiyopulmoner bypass sürelerine sahip olabilir ve kalp yapılarının sınırlı bir şekilde açığa çıkması nedeniyle kanın durdurulması zor olabilir (7). Ek olarak, sağ ve sol ventrikülün sınırlı düzeyde açığa çıkması ve retrograd kardiyoplejik doğum için koroner sinüs kateterinin yerleştirilmesinin bazen imkansız olması da dezavantajları arasındadır (7). Ayrıca bazı durumlarda internal meme arterinin bağlanması gerekmekte, havanın alınması işlemi zorlaşmakta ve hem aortik kros klemp süresi hem de kardiyopulmoner bypass süresi artmaktadır (7). Üstelik, minimal invaziv aort kapak cerrahisinde allograft eksplantasyonu ile ilişkili cerrahi zorluklar ve hasta riskleri ve allograft kök protezlerinin hem implantasyonu hem de eksplantasyonu ile ilişkili teknik zorluklar vardır (8), MIDCAB prosedürlerinin morbid obezitesi olan hastalarda gerçekleştirilmesi zordur (9). Morbid obezitesi olan hastalarda robotik MIDCAB işleminin mümkün olabileceğini ve kardiyopulmoner bypass gerekli olduğunda periferik kanülasyonun mevcut tek seçenek olduğunu belirtmek de önemlidir (9). Bu nedenle hastaların bu tip cerrahinin avantaj ve dezavantajları konusunda bilgilendirilmesi (7) ve yeniden operasyonların önemli deneyime sahip cerrahlara ayrılması önemlidir (8).

### **Minimal İnvazif Kalp Cerrahisi İle Yapılan Operasyonlar**

Minimal invazif kalp cerrahisi çeşitli prosedür türlerini gerçekleştirmek için kullanılabilir. İzole aort kapak replasmanı (AVR) dikişsiz Perceval biyoprotezi ile yapılabilir (10). Bu, güvenli ve tekrarlanabilir bir prosedür olan bakannotomi ile gerçekleştirilebilir (10). AVR ayrıca üst hemisternotomi (UHS) veya anterior torakotomi yaklaşımı yoluyla da sağlanabilir (10). Ayrıca TAVI, TMVI ve MitraClip gibi modern kalp kapak girişimsel yöntemleri de minimal invaziv kalp cerrahisi ile yapılabilir (10). Ek olarak, küçük bir sol anterior torakotomi yoluyla sol internal torasik arter ile sol ön inen koroner arter greftlemesini içeren MIDCAB ameliyatı da mümkündür (11). Bu minimal invaziv çözümler, geleneksel medyan sternotomiye eşdeğer veya daha iyidir ve daha hızlı iyileşme, daha az ağrı ve rahatsızlık ve gelişmiş kozmetikler nedeniyle hastalar tarafından sıklıkla tercih edilir (12). Minimal invaziv kapak ameliyatlarında kullanılan insizyon türleri arasında parasternal insizyon, bakannotomi, transvers sternotomi ve interkostal insizyon yer alır (10). Ancak parasternal insizyon periferik kanülasyon gerektirebilir ve ağrıyı arttırabilir (10). Bazı durumlarda, kapağı ortaya çıkarmak için sol atriyum çatısının ve interatriyal septumun, hatta sinoatriyal nodal arterin bölünmesi gerekli olabilir (10). Bununla birlikte, geleneksel bir işlemin maliyetinin minimal invazif bir işlemde çok daha fazla olmaması gerektiği, hatta bazı durumlarda daha az olabileceği de unutulmamalıdır (10). Ek olarak, minimal invaziv kalp cerrahisi ile morbidite ve mortalite oranlarında azalma görülmektedir ve geleneksel teknik, komplikasyon durumunda kalbe doğrudan erişim ile hassas ve hızlı cerrahiye olanak sağlamaktadır (10). Ayrıca, minimal invazif cerrahi işlemlerde kardiyopulmoner bypass, miyokardiyal iskemi ve genel ameliyat süreleri önemli ölçüde daha uzundur (10). Buna rağmen minimal invaziv kapak operasyonları hala etkilidir (10). Sonuçta minimal invaziv kalp cerrahisi, geleneksel cerrahi yaklaşımlara göre daha düşük maliyetle güvenli ve etkili bir şekilde yapılabilir ve ameliyat sonrası erken dönemde aritmiye neden olabilir (10).

## **YÖNTEM**

### **YouTube Videolarının Değerlendirilmesi**

Minimal invazif kalp cerrahisini değerlendirmek için YouTube videoları nasıl kullanılabilir? YouTube videoları, özellikle minimal invazif kalp ameliyatıyla ilgili eğitim içeriği açısından popüler bir kaynak

haline geldi. Bu inceleme, minimal invaziv kalp cerrahisi, özellikle de robotik miyomektomi ve Da Vinci miyomektomi ile ilgili YouTube videolarının eğitici değerini değerlendirmeyi amaçladı (13). Ek olarak çalışma, hastaların minimal invaziv teknikleri anlamalarına yardımcı olma konusunda YouTube videolarının kalitesini ve kullanılabilirliğini belirlemeyi amaçladı (14). Bu amaçla çalışma, robotik miyomektomi ve Da Vinci miyomektomi ile ilgili videolar için YouTube'da arama yaptı (15). Özellikle YouTube'un video uzunluğu konusunda bir sınırı yoktur ve şirketler kardiyologlar, kalp damar cerrahları ve damar cerrahları için kendi videolarını yayınlamaya başlamıştır (16). Ayrıca çalışma, YouTube'daki PCNL ameliyatı videolarının kalitesini bir puanlama sistemi kullanarak değerlendirdi (17). Bu inceleme, minimal invaziv göğüs cerrahisinin geçmişi ve 1980'lerde yüksek çözünürlüklü video ekranlarının gelişimi dikkate alındığında özellikle anlamlıdır (18). Sistematik inceleme ve meta-analiz aynı zamanda stres EKG'si, stres ekokardiyografi, CCTA, SPECT, PET, stres CMR ve stres MPI'nin tanısal performansını da değerlendirdi (19). Minimal invaziv toraks cerrahisine olan ilgi, video devresinin ve çok sayıda YouTube cerrahi yayınının, uygulamalı eğitimin ve vaka raporlarının ve retrospektif incelemelerin düzeyi ile yeniden alevlendi (20). Sonuç olarak, YouTube videoları minimal invaziv kalp cerrahisini değerlendirmek için kullanılabilir ve bu nedenle değerli bir eğitim kaynağıdır.

### Değerlendirme Kriterleri

YouTube videolarının kalitesini değerlendirmek için kriterlerin ve puanlama sistemlerinin oluşturulması önemlidir. Örneğin, dahil etme kriterleri belirlenmeli ve bu, İngilizce dili, kopya olmaması, sesli ve halka yönelik olması gibi kriterleri içerebilir (21). Ek olarak, dışlama kriterleri oluşturulmalıdır (21). Örneğin videolar, önceden belirlenmedikçe görüntüleme sayısına (21) bağlı olarak hariç tutulabilir. Videoların doğruluğunu arttırmak için arama terimleri tanımlanmalı ve hastaların kullanma olasılığı daha yüksek olan arama terimlerine yer verilmelidir (21). Videolar için maksimum süre sınırı da belirlenebilir ve videoların sayfa sayısı ve arama sıralaması sınırlandırılmalıdır (21). Videoları değerlendirmeye yönelik diğer kriterler arasında yükleme kaynağı, video kaynaklarının ve bilgilerinin güvenilirliği, videoların popülerliği (1000 görüntüleme başına beğeniler veya günlük/aylık görüntülemelerle ölçülür) ve içerik, doğruluk, güvenilirlik ve kalite yer alır (21). Ek olarak, bazı çalışmalar videoları değerlendirmek için doğru bilgi için olumlu puanlardan yanlış bilgi için olumsuz puanlara kadar değişebilen bir puanlama sistemi kullanmaktadır (21). Health on the Net Vakfı ayrıca web sitelerinin uyması için HONcode adı verilen 8 ilkedden oluşan bir dizi oluşturmuştur ve Amerikan Tabipler Birliği yönergeleri videonun yazarlığını, ifşa edilmesini, kaynağını ve güncelliğini dikkate almaktadır (21). Ayrıca videolar ayrıntılı ve tekrarlanabilir analiz yöntemleri içermeli, kamuya açıklanmalı ve hastalara veya velilere yönelik olmalıdır (21). Videoların ortalama GQS değeri, JAMA puanı ve mDISCERN puanı sırasıyla  $3,47\pm 1,28$ ,  $1,20\pm 0,99$  ve  $2,34\pm 1,39$  idi (22). Ayrıca videolar üç kontrol listesi kullanılarak değerlendirildi: mDISCERN, JAMA ve GQS ve üç kontrol listesi arasında pozitif korelasyonlar vardı (22). Son olarak, YouTube'daki videoların kalitesinin nasıl değerlendirileceğine ilişkin tek tip bir tanım veya standart yoktur ve YouTube videolarının kalitesini analiz etmek için seçilen ölçümler, makaleler boyunca tutarlı bir şekilde kullanılmamıştır (23).

### YouTube Videolarını Değerlendirme Amacıyla Kullanmanın Sınırlamaları

Bu avantajlara rağmen YouTube videolarını değerlendirme amacıyla kullanmanın bazı potansiyel sınırlamaları vardır. Örneğin metin, YouTube videolarının değerlendirme için kullanılmasına ilişkin herhangi bir spesifik sınırlama getirmemektedir (23) (24). Dahası, araştırmacıların YouTube videolarının kalitesini değerlendirmek için kullandıkları üç ana yol (uzman odaklı, popülerlik odaklı veya sezgisel odaklı ölçümler) kendi sorunlarını ortaya koyuyor (23). Fizik muayene ile ilgili YouTube videolarında da çok az analiz yapılmıştır (25). Dahası, insanlar deneysel videolar yerine teknik olarak daha iyi videoları seçme eğiliminde olduğundan, videonun kaynağı YouTube'daki kalitesini etkiler (24). Ayrıca YouTube'daki VUR ile ilgili videoların neredeyse yarısının kalitesi düşüktür (24) ve farklı kullanıcılar YouTube'da farklı bilgi kalitesi anlayışlarına sahip olabilirler (23). YouTube'daki sağlık videolarının kalitesinin ölçülmesi az gelişmiş bir alandır ve YouTube'daki hasta eğitimine yönelik çevrimiçi videoların kalite ölçümleri hakkında yalnızca 13 makale rapor edilmiştir (23). YouTube'daki sağlık videolarının kalitesi ve güvenilirliği konusunda hiçbir garanti yoktur ve 13 makale, YouTube'daki sağlık videolarına yönelik 17 kalite önleminde oluşan geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır (23). Analiz edilen videolardan yalnızca %8'i ticari idi ve geri kalan 43 video ya Doktor videoları (%52), Akademik

Kurum videoları (%28) ya da hasta videoları (%12) olarak sınıflandırıldı (24). Üstelik videoların çoğunluğunun içeriği (%70) cerrahi teknikle ilgiliydi (24), bu da YouTube'u sağlığın teşviki ve geliştirilmesi ve hasta eğitim materyali için kullanırken dikkatli olunması gerektiğini daha da vurguluyor (23). YouTube'da hasta eğitimine yönelik bilgi kalitesiyle bağlantılı güncel konular belirsizdir ve standartlaştırılmamıştır (23).

## **BULGULAR**

### **YouTube Videolarının Analizi**

#### **Youtube Videolarının Analizinden Ne Tür Veriler Elde Edilebilir?**

YouTube videolarını analiz etmek, çeşitli araştırma sorularına yanıt vermek için kullanılabilir bol miktarda veri sağlar. Kanal sahiplerinin verileri, YouTube'daki eğitim videoları hakkında ayrıntılı bilgi vermek için kullanılabilir; örneğin, sınav aylarının izlenme sayısındaki artış üzerindeki etkisi analiz edilebilir, izlenme aralıkları incelenebilir ve video büyümesini etkileyen faktörler popülerlik açısından oranı çıkarılabilir (25,26). Bunun dışında izleyiciliğin demografik ayrıntıları, popülerlik dağılımı, kullanıcı tarafından oluşturulan eğitici video içeriklerinin popülerliği ve gelişimi de analiz edilebilir (26). Ayrıca YouTube videoları içerik optimizasyonu için araştırılabilir ve öneri sistemleri eğitici reklamverenler tarafından geliştirilebilir (26). Ayrıca, daha iyi eğitim içeriği oluşturmak için kullanıcı davranışı ve ilgi alanları incelenebilir (26) ve izleyici ile videonun konusu arasındaki ilişki türetilir (27). Ayrıca videonun içeriğine bağlı olarak kullanıcı davranışı yakalanabilmekte ve içeriğin alaka düzeyindeki değişime göre kullanıcı davranışının görüntüleme, beğeni, paylaşım ve yorum açısından nasıl değiştiğini gözlemlemek de mümkün olmaktadır (27). Ek olarak, bireysel oynatma listelerinin ortalama beğenileri, paylaşımları ve yorumları kanala ve birbirlerinden farklılık gösterir ve oynatma listeleri arasındaki tutarlılık ve korelasyon daha iyi görüntülemeye yol açabilir (27). Oynatma listeleri aynı türdeki içerikleri bir arada gruplamak için kullanılabilir ve oynatma listesi verilerinin analiz edilmesi, bir kanaldaki farklı içerik kategorileri hakkında fikir verebilir (27). Ayrıca YouTube videolarının izlenme sayısını belirlemek için ampirik veriler toplanabilir ve videoların davranışını incelemek için izlenme sayısı analiz edilebilir (27). Ayrıca YouTube videolarının içeriği önceden belirlenmiş temalara göre kodlanabilir ve video kaynakları arasındaki video içeriğindeki benzerlikler ve farklılıklar incelenebilir (27). Ayrıca, işletme cihazlarıyla ilgili YouTube videoları çok çeşitli konuları kapsamaktadır ve aramanın yanı sıra YouTube'un dahili mekanizmalarının rolü, popülerlik artışına katkıda bulunma açısından analiz edilebilir (27). Ek olarak, videonun yüklenme süresinden bu yana tek tek videoların popülerlik artış modelleri analiz edilebilir (27) ve YouTube videolarının popülerliği, erken görüntüleme modellerinin analizi yoluyla tahmin edilebilir (28). Ayrıca, YouTube videolarını analiz etmek, erken görüntüleme kalıpları hakkında veri sağlayabilir (28) ve YouTube videolarının analizinden elde edilen bazı sonuçlar, üçüncü bir taraf veya dışarıdan biri tarafından elde edilemez (26). Ayrıca makale, kümülatif bilgi oluşturma süreçlerinin tasarımını ve bu tür bir dizi videodan örnekler seçilerek bunun işlemediği durumların nasıl izole edileceğini tartışmaktadır (27). Ek olarak açıklama çerçevesi, ELAN açıklama aracıyla kullanılacak kodlama kategorilerini sistematik olarak tanımlar ve bunları çok modlu birleşik zincir diyagramlarının bitişik yapısı için kullanır (27). Ayrıca makale, bu videoların etkililiğinin nasıl ölçülebileceğini (27) ve yönergelerin neler olabileceğini değerlendirmiştir.

## **TARTIŞMA**

### **Minimal İnvaziv Kalp Cerrahisinin Etkinliğini Değerlendirmek İçin Veriler Nasıl Kullanılabilir?**

Ancak mevcut verileri kullanarak bu tekniğin etkinliğini değerlendirmek zordur (29). Bunun nedeni, kalp cerrahisinde minimal invazif cerrahi yöntemlere geçişi destekleyen sağlam kanıtların bulunmamasıdır (29). Ayrıca, bu tip ameliyatın kalbe olası hasar ve enfeksiyon riskinin artması gibi bazı dezavantajları da olabilir. Bu nedenle, minimal invazif kalp ameliyatına karar vermeden önce, minimal invaziv kalp ameliyatının risklerini ve faydalarını göz önünde bulundurmaktır önemlidir. Minimal invaziv kalp ameliyatının etkinliğinin, yalnızca ameliyatın kısa vadeli sonuçlarına göre belirlenemeyeceğini anlamak da önemlidir. Bu tip ameliyatların uzun vadeli etkilerini anlamak için geniş örneklemli uzun vadeli çalışmaların yapılması gerekmektedir. Ek olarak, minimal invazif kalp ameliyatının en iyi seçenek olup olmadığına karar vermeden önce hastanın risk faktörlerini ve genel sağlık durumunu



dikkate almak önemlidir. Ayrıca hastanın kendi sağlığı hakkında bilinçli bir karar vermesini sağlamak için hastanın ailesi de tartışmaya dahil edilmelidir (29). Sonuç olarak, hasta açısından en iyi kararı verebilmek için minimal invaziv kalp cerrahisinin etkinliğinin mevcut tüm verilere dayanarak değerlendirilmesi önemlidir.

### **Youtube Videolarını Analiz Ederken Başka Hangi Faktörler Dikkate Alınmalıdır?**

Ayrıca YouTube videolarını analiz ederken çok sayıda başka faktörün de dikkate alınması gerekir (30). Metin bu diğer faktörler hakkında bilgi vermese de, bunlar bir videoyu YouTube'da trend olarak sınıflandırmak için gereklidir (30). Bu içerik dışı faktörler, bir videonun trend olarak sınıflandırılmasını etkileme potansiyeline sahiptir (30). Örneğin, YouTube videolarını ararken sınırlı anahtar ifadeler, YouTube videolarının eksiksiz ve temsili bir örneğini garanti etmez (31). Bu sorunun üstesinden gelmek için daha fazla video ve yorum kullanılarak daha fazla araştırma yapılması, sağlıklı beslenmeyle ilgili yeni bulguların ortaya çıkarılmasına yardımcı olabilir (31). Bu amaçla, bir videonun YouTube'da trend kategorisine girme yeteneğini tahmin etmek için kapsamlı bir yapay zeka tabanlı çerçeve önerildi (30). Bu çerçeve, veri normalizasyonu için ön işlemeyi ve bir videonun trend olmasını sağlayan önemli nitelikleri belirlemek için beş özellik seçim yöntemini ve geçmiş trendleri öğrenmek ve etiketlenmemiş bir videonun trend doğasını tahmin etmek için üç sınıflandırıcıyı kullanır (30). Trendlerle ilgili olarak YouTube'dan 12 özelliğin çıkarıldığı bir veri seti de oluşturuldu (30). Üstelik trend olarak sınıflandırılan çeşitli YouTube videoları arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları belirleyen çalışmalar da eksiktir (30). Ayrıca sosyal medya ile ortodonti arasındaki ilişkiyi inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır (32). YouTube içeriğinin kalitesi çeşitli çalışmalarda değerlendirilmiştir ve klinisyenlerin hastalarını tedavi sırasında sosyal medyayı doğru kullanmaya yönlendirmeleri gerekmektedir (32). Viral gizli videolar ve ürün reklam videolarına ilişkin kullanıcı algıları önemli ölçüde farklılık gösterebileceğinden, YouTube videolarının içeriğini ve kalitesini analiz ederken (32) ve ayrıca yorumları incelemek önemlidir (31). Ek olarak, farklı YouTube video türleri farklı yorum yapma davranışlarına sahip olabilir ve sağlık sorunlarıyla ilgili YouTube videolarına yapılan yorumlar, konular, pragmatikler ve duyarlılık gibi farklı gruplara ayrılabilir (31).

### **Youtube Videolarını Kullanmanın Yararları**

#### **Minimal İnvaziv Kalp Cerrahisini İyileştirmek İçin Youtube Videoları Nasıl Kullanılabilir?**

YouTube videoları tıbbi gelişmeler hakkında bilgi yaymak ve yeni tekniklerin benimsenmesini teşvik etmek için güçlü bir araç haline geldi. Örneğin, çevrimiçi dergi sürümleri artık ilgilenen okuyucuların, basılı dergi abonelere postalanmadan haftalar önce yazarlara yorum yapmalarına ve sorular sormalarına olanak tanıyor (20). Sosyal medyanın yükselişi nedeniyle cerrahlar üzerinde daha kaliteli minimal invaziv ameliyatlara üretme yönünde baskı artıyor. Bu, modern toraks cerrahisinde uniportal yaklaşımın popüleritesinin artmasına yol açmıştır ve bu, büyük ölçüde YouTube cerrahi yayınlarına atfedilebilir (20). Sonuç olarak YouTube videoları, cerrahların minimal invaziv kalp cerrahisindeki gelişmeleri ve başarılarını anında paylaşabilecekleri değerli bir varlık haline geldi (20). Bu tür videolar yalnızca cerrahi tekniklerin ayrıntılı olarak tartışılacağı ve gösterileceği bir platform sağlamakla kalmıyor, aynı zamanda cerrahların dünyanın diğer yerlerindeki deneyimli profesyonellere danışmasına da olanak tanıyor ve bu da daha iyi sonuçlara yol açabiliyor. Ayrıca YouTube videolarını izlemek, cerrahların minimal invaziv kalp cerrahisindeki en son trendler ve gelişmelerin yanı sıra her tekniğin potansiyel riskleri ve yararları hakkında fikir sahibi olmasına yardımcı olabilir. Cerrahlar, YouTube videolarını kullanarak minimal invaziv kalp cerrahisindeki en son gelişmelere daha hızlı erişebilir ve sonuçları iyileştirmek için daha donanımlı hale gelebilir.

#### **Değerlendirme İçin Youtube Videolarını Kullanmanın Faydaları Nelerdir?**

YouTube videoları değerlendirme amacıyla çeşitli şekillerde kullanılabilir. Örneğin bir dersin içeriğini değerlendirmek için bir puanlama sistemi geliştirilebilir (25). Bu çalışmanın yazarları diğer araştırmacıları puanlama sistemini daha da geliştirmeye teşvik etmektedir (25). Ayrıca YouTube videoları klinik öğretmenleri tarafından öğrenme kaynağı olarak kullanılabilir (25). Tıp öğrencileri, kardiyovasküler ve solunum sistemlerinin fiziksel muayenesini kendi kendilerine öğrenmek için YouTube videolarını kullanabilirler (25). Bu çalışmada kullanılan puanlama sistemi basit ve uygulaması

kolaydır (25). Ek olarak, kavramların ve materyalin anlaşılmasını ve anlaşılmasını kontrol etmek için YouTube videoları kullanılabilir (33). Ayrıca, YouTube videoları öğrencilerin İngilizce konuşma becerilerini pratik etme ve değerlendirme konusunda ilgi uyandırabilir (33). Ayrıca, YouTube videoları sınıfta ders materyallerinin tartışılmasını kolaylaştırmak ve çevrimiçi işbirliği ve proje çalışması için fırsatlar sağlamak için de kullanılabilir (33). Böylece, YouTube videoları hem çevrimdışı hem de çevrimiçi öğretimin avantajlarını benimsemek için kullanılabilir (33).

### **Youtube Videolarını Kullanmanın Faydalarını En Üst Düzeye Çıkarmak İçin Hangi Teknikler Kullanılabilir?**

YouTube videolarını kullanmanın faydalarını en üst düzeye çıkarmak, içerik oluşturucuların görüntülemeler ve aboneler arasındaki nedensel ilişkiyi anlamasını gerektirir (34). İçerik oluşturucular, popüler videolarından YouTube'un Ortak programı aracılığıyla para kazanabilirler (34). Ayrıca, YouTube videolarını kullanmanın faydalarını en üst düzeye çıkarmak için bir kanaldaki planlama ve video oynatmanın etkilerine ilişkin bilgiler de sağlanmaktadır (34). Ayrıca ilk gün izlenme sayısı, abone sayısı, video küçük resminin kontrastı, Google hitleri, anahtar kelime sayısı, video kategorisi, başlık uzunluğu ve başlıktaki büyük harf sayısı gibi meta düzey özellikler de izlenme sayısını etkilemektedir. bir video (34). Video yayımlandıktan sonra bu meta düzey özelliklerin optimize edilmesi videoların popülerliğini artırır (34). YouTube hem akademik hem de boş zaman etkinlikleri için kullanılabilir. Akademik öğrenme, YouTube'u kullanmanın ana motivasyonlarından biridir ve eğitmenler, öğrenme/öğretme bağlamındaki doğal avantajlarından yararlanmak için YouTube'u kendi derslerine entegre etmelidir (35). Ayrıca bilgi arama ve eğlence de YouTube'u kullanmanın temel motivasyonlarından bazılarıdır ve akademik öğrenmeye yönelik bir ölçek geliştirmek YouTube kullanımının belirleyicisi olabilir (35).

### **Minimal İnvaziv Kalp Cerrahisinin Değerlendirilmesini Geliştirmek İçin Hangi Yeni Teknolojiler Kullanılabilir?**

Son yıllarda minimal invaziv kalp cerrahisinin değerlendirilmesini iyileştirmek için kullanılabilecek çeşitli teknolojiler ortaya çıkmıştır. İnvaziv olmayan nabız dalgası analizi, torasik elektriksel biyoempedans ve biyoreaktans, nabız dalgası geçiş süresi ve kısmi karbondioksit yeniden solunması, kalp debisini (CO) tamamen invazif olmayan bir şekilde tahmin etmeye yönelik yöntemlerdir (36). Ek olarak, ameliyat alanı görüntülerinin üzerine yerleştirilen üç boyutlu ekokardiyografi gibi görüntüleme teknikleri de ilerlemiştir (37). Robotik kalp cerrahisinin de güvenli ve etkili olduğu kanıtlanmıştır ve Birleşik Krallık'taki hastanelerde kullanılan bir teknolojidir (37). Da Vinci robotik sistemi, minimal invaziv kalp cerrahisi teknolojisi alanına hakimdir ve 2000 yılından bu yana ABD'de robotik mitral kapak onarımı için kullanılmaktadır (37). İlk robot yardımcı kardiyak prosedür 1998'de başarıyla gerçekleştirildi (37). Bu ilerlemelere rağmen, noninvazif CO tahmin yöntemleri, ölçüm performansı ve klinik uygulanabilirlik açısından hala teknolojik gelişmelere ihtiyaç duymaktadır (36).

### **Minimal İnvaziv Kalp Cerrahisini Değerlendirmek İçin Başka Hangi Video Türleri Kullanılabilir?**

Minimal invaziv tekniklerin gelişmesiyle birlikte videolar, kalp cerrahisi sürecini değerlendirmede önemli bir araç haline geldi. Cox labirent IV prosedürü, tam bir biatriyal lezyon seti gerçekleştirmek için kullanılan minimal invaziv bir yaklaşımdır (38). Video yardımcı minimal invazif mitral kapak cerrahisi ('mikro-mitral') de bu amaçla kullanılmaktadır (39). Minimal invaziv kalp cerrahisinin tanımı, prosedürün gelecekte kullanılmak üzere kaydedilmesi ve saklanması için videoların kullanılmasını içermektedir (40). Tek bir cerrahin (MG) öğrenme eğrisini değerlendirmek için minimal invazif tekniklerin video yetenekleri kullanılır (41). Videolar aynı zamanda yöntemi popülerleştirmek ve klinik teknolojinin değerlendirilmesine yardımcı olmak için de kullanılabilir (42). 3D baskı ve video içeriği değerlendirme yöntemleri, minimal invazif kalp cerrahisinin değerlendirilmesinin diğer yollarıdır (43) (44). 3D video monitörü, telecerrahi prosedürüne yardımcı olan bir video konsoludur (45). Daha önce açık kalp ameliyatı geçirmiş olması nedeniyle cerrahi risk yüksek olan hastalar için daha az invaziv yöntemler de geliştirilmektedir (46). Kalp cerrahisinde temel bir görev olan aletlerin nereye yerleştirileceğini belirlemek için videolar kullanılabilir (47). Denetimli öğrenmeyi minimal invaziv kalp cerrahisinin değerlendirmesine entegre etmek için araştırmalar yürütülmektedir (47).

## Bu Tür Değerlendirmenin Potansiyel Uygulamaları Nelerdir?

Yapay zeka (AI) ve önde gelen Bilgi Sistemleri (IS) dergilerinde yayınlanan büyük veriler (48) üzerine yapılan çalışmalar, AI değerlendirmesinin potansiyel uygulamaları hakkında değerli bilgiler sağlayabilir. Alıntı analizi, bibliyografik eşleştirme ve ortak kelime analizi kullanılarak, araştırma (48) yapay zeka değerlendirmesi için iki ana konu kümesi belirlemiştir: sorun alanına özel yapay zeka ve organizasyona özel yapay zeka. Aynı zamanda gelecekteki araştırma yollarına rehberlik edecek etkili yazarları, makaleleri, dergileri, kurumları ve ülkeleri de belirlemiştir (48). Ek olarak araştırma, tahmine dayalı analitik, makine öğrenimi algoritmaları, metin madenciliği, büyük veri yetenekleri, firma performansı, çeviklik ve strateji gibi yapay zeka değerlendirmesinin potansiyel uygulamalarını tanımladı (48). Ayrıca çalışma, iş stratejisiyle uyumlu yapay zeka stratejik kullanımının potansiyel faydalarının, zorluklarının ve fırsatlarının bir sentezini sağlamıştır (48). Son olarak, çalışmada yapay zeka ve iş stratejisi ile ilgili gelecekteki araştırma yönleri tartışılmıştır (48). Özel makaleler, olası araştırma uygulamalarını tanımladıkları, gelecekteki araştırma yönleri için bir bakış açısı sundukları ve çeşitli teknikler veya yaklaşımlar içeren önemli orijinal Makaleler olmaları gerektiği için bu bağlamda önemli bir rol oynayabilir (49). Örneğin, bu tür değerlendirmenin potansiyel uygulamaları arasında, otomatik şarj sistemleri aracılığıyla İHA operasyonlarının verimliliğinin ve rahatlığının artırılması yer almaktadır (49). Bu sistem bir güneş paneli, kablosuz şarj pedi, batarya ve güç dönüştürücüyü içerecektir ve denetim süreci sırasında İHA'ları yeniden şarj etmek için kablosuz şarj kullanılabilir (49).

## SONUÇ

Araştırma makalesi, YouTube videolarını minimal invaziv kalp cerrahisi (MICS) bağlamında değerlendirmenin önemini vurgulamaktadır. Çalışma, bir videonun izlenme sayısını etkileyen, ilk gün izlenme sayısı, abone sayısı, video küçük resminin kontrastı, Google isabetleri, anahtar kelime sayısı, video kategorisi, başlık uzunluğu ve üsttekilerin sayısı dahil olmak üzere çeşitli meta düzey özellikleri tanımlıyor. -başlıktaki büyük harfler. MICS, daha küçük kesilerle karmaşık operasyonların gerçekleştirilmesini içeren, hastanede kalış süresinin kısalmasını ve iyileşme süresinin daha kısa olmasını sağlayan bir kalp ameliyatı türüdür. Çalışma, MICS'de hedef damarların önemini vurgulamakta ve farklı prosedür türleri için kullanılacak çeşitli insizyon tekniklerini tartışmaktadır. Ayrıca çalışma, YouTube videolarının MICS, özellikle de robotik miyomektomi ve Da Vinci miyomektomi açısından eğitici değerini değerlendiriyor. Araştırma aynı zamanda yapay zeka kullanımı ve büyük veri analizi de dahil olmak üzere MICS'in değerlendirilmesi için gelecekteki yönelimleri de önermektedir. Tartışma, MICS'in etkinliğini ve kullanılabilirliğini artırmak, postoperatif ağrı ve komplikasyonları azaltmak ve bu prosedürleri yüksek cerrahi risk altındaki hastalar için daha erişilebilir hale getirmek için daha fazla araştırmaya duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır. Genel olarak çalışma, YouTube videolarını MICS bağlamında değerlendirmenin önemini altını çiziyor ve bu alanda gelecekteki araştırmalar için çeşitli yollar öneriyor.

## AÇIKLAMALAR

**Finansal destek yoktur.**

**Çıkar çatışması yoktur.**

## KAYNAKLAR

1. Mack, M. Minimally invasive cardiac surgery. (n.d.) October 27, 2023
2. Doenst, T., Diab, M., Sponholz, C., Bauer, M. The Opportunities and Limitations of Minimally Invasive Cardiac Surgery. (n.d.) October 27, 2023.
3. Iribarne, A., Karpenko, A., Russo, M., Cheema, F. Eight-Year Experience with Minimally Invasive Cardiothoracic Surgery. (n.d.) October 27, 2023.
4. Langer, N., Argenziano, M. Minimally Invasive Cardiovascular Surgery: Incisions and Approaches. (n.d.) October 27, 2023.
5. Grossi, E., Galloway, A., Ribakove, G. Impact of minimally invasive valvular heart surgery: a case-control study - ScienceDirect. (n.d.) October 27, 2023.
6. Cosgrove III, D., Sabik, J., Navia, J. Original Articles Minimally Invasive Valve Operations. (n.d.) October 27, 2023.

7. Ehrlich, W., Skwara, W., Klövekorn, W. Do patients want minimally invasive aortic valve replacement? ☆ | European Journal of Cardio-Thoracic Surgery | Oxford Academic. (n.d.) October 27, 2023.
8. Fiedler, A., Tolis, G. Surgical Treatment of Valvular Heart Disease: Overview of Mechanical and Tissue Prostheses, Advantages, Disadvantages, and Implications for Clinical Use. (n.d.) October 27, 2023.
9. Marin-Cuartas, M., Sá, M., Torregrossa, G. Minimally invasive coronary artery surgery: Robotic and nonrobotic minimally invasive direct coronary artery bypass techniques. (n.d.) October 27, 2023.
10. Cooley, D. Minimally invasive valve surgery versus the conventional approach - ScienceDirect. (n.d.) October 27, 2023.
11. Davierwala, P., Verevkin, A., Bergien, L. Adult: Coronary Twenty-year outcomes of minimally invasive direct coronary artery bypass surgery: The Leipzig experience. (n.d.) October 27, 2023.
12. Lamelas, J., Nguyen, T. STATE OF THE ART Minimally Invasive Valve Surgery: When Less Is More. (n.d.) October 27, 2023.
13. Gorgy, A., El Hawary, H., Galli, R., MacDonald, M. (HTML)(HTML) Evaluating the educational quality of surgical YouTube® videos: a systematic review. (n.d.) October 27, 2023.
14. Keskinrüzgar, A., Yavuz, G. Reliability of Information on Youtube™ Regarding Temporomandibular Joint Arthrocentesis: Cross-Sectional Research. (n.d.) October 27, 2023.
15. Cho, H., Park, S. Evaluation of the Quality and Influence of YouTube as a Source of Information on Robotic Myomectomy. (n.d.) October 27, 2023.
16. Katz, M., Nandi, N. (HTML)(HTML) Social media and medical education in the context of the COVID-19 pandemic: scoping review. (n.d.) October 27, 2023.
17. Yahşi, S. Do The Videos on Social Media About Percutaneous Nephrolithotomy Surgery Provide Quality Information?. (n.d.) October 27, 2023.
18. Omisore, O., Han, S., Xiong, J., Li, H., Li, Z. A review on flexible robotic systems for minimally invasive surgery. (n.d.) October 27, 2023.
19. Knuuti, J., Ballo, H., Juarez-Orozco, L. The performance of non-invasive tests to rule-in and rule-out significant coronary artery stenosis in patients with stable angina: a meta-analysis focused on post-test .... (n.d.) October 27, 2023.
20. Gonzalez-Rivas, D. (HTML)(HTML) Uniportal thoracoscopic surgery: from medical thoracoscopy to non-intubated uniportal video-assisted major pulmonary resections. (n.d.) October 27, 2023.
21. Drozd, B., Couvillon, E., Suarez, A. JMIR Medical Education - Medical YouTube Videos and Methods of Evaluation: Literature Review. (n.d.) October 27, 2023.
22. Yildiz, M., Yildiz, E., Balci, S., Köse, A. Evaluation of the Quality, Reliability, and Educational Content of YouTube Videos as an Information Source for Soft Contact Lenses : Eye & Contact Lens. (n.d.) October 27, 2023.
23. Gabarron, E., Fernandez-Luque, L., Armayones, M. Interactive Journal of Medical Research - Identifying Measures Used for Assessing Quality of YouTube Videos with Patient Health Information: A Review of Current Literature. (n.d.) October 27, 2023.
24. Adorisio, O., Silveri, M., Torino, G. Evaluation of educational value of YouTube videos addressing robotic pyeloplasty in children. (n.d.) October 27, 2023.
25. Azer, S., AlGrain, H., AlKhelaif, R. Journal of Medical Internet Research - Evaluation of the Educational Value of YouTube Videos About Physical Examination of the Cardiovascular and Respiratory Systems. (n.d.) October 27, 2023.
26. Figueiredo, F., Benevenuto, F., Almeida, J. (n.d.) October 27, 2023.
27. Saurabh, S., Gautam, S. Modelling and statistical analysis of YouTube's educational videos: A channel Owner's perspective. (n.d.) October 27, 2023.
28. Manchaiah, V., Bellon-Harn, M. A Content Analysis of YouTube Videos Related to Hearing Aids. (n.d.) October 27, 2023.
29. Nerland, U., Jakola, A., Solheim, O., Weber, C., Rao, V. Minimally invasive decompression versus open laminectomy for central stenosis of the lumbar spine: pragmatic comparative effectiveness study. (n.d.) October 27, 2023.
30. Halim, Z., Hussain, S., Ali, R. Identifying content unaware features influencing popularity of videos on YouTube: A study based on seven regions. (n.d.) October 27, 2023.
31. Teng, S., Khong, K., Pahlevan Sharif, S. JMIR Public Health and Surveillance - YouTube Video Comments on Healthy Eating: Descriptive and Predictive Analysis. (n.d.) October 27, 2023.

32. Lena, Y., Dindaroğlu, F. Lingual orthodontic treatment: A YouTube™ video analysis | The Angle Orthodontist. (n.d.) October 27, 2023.
33. Fachriyah, E., Badriyah, R. Proceedings of the 1st International Multidisciplinary Conference on Education, Technology, and Engineering (IMCETE 2019). (n.d.) October 27, 2023.
34. Hoiles, W., Aprem, A. Engagement and Popularity Dynamics of YouTube Videos and Sensitivity to Meta-Data. (n.d.) October 27, 2023.
35. Moghavvemi, S., Sulaiman, A., Jaafar, N. Social media as a complementary learning tool for teaching and learning: The case of youtube. (n.d.) October 27, 2023.
36. Saugel, B., Cecconi, M., Hajjar, L. Review Article Noninvasive Cardiac Output Monitoring in Cardiothoracic Surgery Patients: Available Methods and Future Directions. (n.d.) October 27, 2023.
37. Harky, A., Chaplin, G., Chan, J., Eriksen, P. Review The Future of Open Heart Surgery in the Era of Robotic and Minimal Surgical Interventions. (n.d.) October 27, 2023.
38. Iribarne, A., Easterwood, R., Chan, E., Yang, J. The golden age of minimally invasive cardiothoracic surgery: current and future perspectives. (n.d.) October 27, 2023.
39. Tonutti, M., Elson, D., Yang, G., Darzi, A. The role of technology in minimally invasive surgery: state of the art, recent developments and future directions. (n.d.) October 27, 2023.
40. Glauber, M., Ferrarini, M., Miceli, A. (HTML)(HTML) Minimally invasive aortic valve surgery: state of the art and future directions. (n.d.) October 27, 2023.
41. Rosengart, T., Feldman, T., Borger, M. ... and minimally invasive valve procedures: a scientific statement from the American Heart Association Council on cardiovascular surgery and anesthesia, council on .... (n.d.) October 27, 2023.
42. Tsui, C., Klein, R., Garabrant, M. Minimally invasive surgery: national trends in adoption and future directions for hospital strategy. (n.d.) October 27, 2023.
43. Vukicevic, M., Mosadegh, B., Min, J., Little, S. Cardiac 3D printing and its future directions. (n.d.) October 27, 2023.
44. Dinscore, A., Andres, A. Surgical videos online: a survey of prominent sources and future trends. (n.d.) October 27, 2023.
45. Gupta, R., Tanwar, S., Tyagi, S., Kumar, N. Tactile-internet-based telesurgery system for healthcare 4.0: An architecture, research challenges, and future directions. (n.d.) October 27, 2023.
46. Asmarats, L., Puri, R., Latib, A., Navia, J. Transcatheter tricuspid valve interventions: landscape, challenges, and future directions. (n.d.) October 27, 2023.
47. Lin, B., Sun, Y., Qian, X., Goldgof, D. Video-based 3D reconstruction, laparoscope localization and deformation recovery for abdominal minimally invasive surgery: a survey. (n.d.) October 27, 2023.
48. Borges, A., Laurindo, F., Spínola, M. The strategic use of artificial intelligence in the digital era: Systematic literature review and future research directions. (n.d.) October 27, 2023.
49. Elmeseiry, N., Alshaer, N., Ismail, T. Aerospace | Free Full-Text | A Detailed Survey and Future Directions of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) with Potential Applications. (n.d.) October 27, 2023.



## REVIEW

Volume:2 Issue:2 Year:2024

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13142328>

## Kalp Hastalıklarında Yapay Zeka Kullanımı

Use of Artificial Intelligence in Heart Diseases

 Ömer Göç<sup>1</sup><sup>1</sup>Harran Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Perfüzyon Teknikleri Programı, Şanlıurfa, Türkiye

## ÖZET

Kardiyovasküler hastalıklar dünya çapında ölüm oranlarına bakıldığında en yaygın ölüm nedenidir. Ölümüne sebebiyet veren kalp rahatsızlıklarının teşhis ve tedavisinde farklı biyomedikal teknolojiler kullanılmaktadır. Bu biyomedikal teknolojilerden biri de Yapay Zeka kullanımıdır. Yakın gelecekte, makine öğrenimi, derin öğrenme ve bilişsel hesaplama gibi Yapay Zeka teknikleri, kardiyovasküler hastalıkların teşhis ve tedavisinde kritik bir rol oynayabilir. Bu hastalıkların tanısında hassas sonuçlar ortaya çıkarabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kalp Hastalıkları, Yapay Zeka.

## ABSTRACT

Cardiovascular diseases are the most common cause of death worldwide. Different biomedical technologies are used in the diagnosis and treatment of heart diseases that cause death. One of these biomedical technologies is the use of Artificial Intelligence. In the near future, artificial intelligence techniques such as machine learning, deep learning and cognitive computing may play a critical role in the diagnosis and treatment of cardiovascular diseases. It can produce sensitive results in the diagnosis of these diseases.

**Keywords:** Heart Diseases, Artificial Intelligence.

## GİRİŞ

Kardiyovasküler hastalıkların teşhis ve tedavisinde, yetersiz hasta bakımı, teknoloji ve zamanın aşırı kullanımı, yüksek tedavi maliyetleri ve yüksek ölüm oranları gibi çeşitli zorluklarla karşılaşılmaktadır. Klinik açıdan başarılı sonuçlar alabilmek için hekimlere doğru ve etkin veri akışının sağlanması gerekmektedir. Bunu kolaylaştırmak otomatik ve tahmine dayalı doğru veri analizleri ile mümkün olabilmektedir. İnsan bağırsak mikrobiyom dizilimi, kardiyak görüntüleme gibi veriler analiz edilmesi oldukça güç büyüklükte olup heterojendir ve çok hızlı değişkenlik göstermektedir (1). Yapay Zeka (YZ), büyük veriden yararlanma ve gelişmiş hasta bakımında kullanılma potansiyeline sahiptir. Kardiyovasküler hastalıklar çoklu genetik etkiler, çevresel etmenler ve davranışsal faktörlerden doğrudan etkilendiğinden doğası dolay karmaşık ve heterojendir. Şu anda kardiyovasküler risk etmenlerini doğru ve etkili bir şekilde tahmin etmek için YZ kullanılabilir (2). YZ, kardiyak görüntüleme tekniklerinden ekokardiyografi, bilgisayarlı tomografi, kardiyak emar ve elektrokardiyogram kayıtlarının bir algoritma ile birleştirilmesi yoluyla kardiyak rahatsızlıkların teşhis ve tedavisinde kullanılmaktadır.

## Yapay Zeka

YZ, Makine Öğrenimi ve onun alt türü olan Derin Öğrenme gibi araçları kullanarak insan zekasına bağlı görevleri yerine getirir. YZ tıp alanında tanıda devrim yaratmak için giderek daha fazla kullanılıyor, tedavi, risk tahmini, klinik bakım ve ilaç keşfi uygulamalarında başarı oranını arttırmaktadır. YZ, perspektif, semantiği öğrenme ve çeşitli algoritmalar ve bilişsel hesaplamalar kullanarak bir analiz formüle ederek insan zekasına bağlı görevleri yerine getirme yeteneğine sahiptir (3). YZ, denetimli, denetimsiz ve yeniden güçlendirme olarak sınıflandırılabilen öğrenme kavramını kullanır. Makine öğrenimi YZ'nin çekirdeğidir. Karar vermek için eğitim verileri ve program algoritmalarını kullanır (4). Yaygın olarak kullanılan sınıflandırma modelleri arasında İkili, Çok sınıflı, Çok etiketli ve Dengesiz Sınıflandırma yer alır. Çoklu sınıf, ikiden fazla etiket içeren görevleri sınıflandırmak için karar ağacı, destek vektör makinesi, rastgele orman ve gradyan artırma gibi algoritmaları kullanır. Çoklu etiket, iki

Corresponding Author: Ömer Göç, e-mail: [omergoc@harran.edu.tr](mailto:omergoc@harran.edu.tr)

Received: 16.02.2024, Accepted: 23.04.2024, Published Online: 01.08.2024

Cited: Göç Ö. Use of Artificial Intelligence in Heart Diseases. Anatolia Cor. 2024;2(2):16-22.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13142328>The journal is licensed under a [Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

veya daha fazla sınıfı olan görevleri sınıflandırır. Eşit olmayan sınıf etiketleri dağıtılmış görevler Dengesiz sınıflandırma modeli kullanılarak sınıflandırılır. (5) Derin Öğrenme (DL), makine öğrenimi algoritmasının bir sınıfıdır. Türetilmiş sinir ağları gibi daha üst düzey özellikler kullanır. İnsan beyninin bir modelinden bir bilgisayarın karmaşık hiyerarşik temsili okumak, oluşturmak ve öğrenmek için sistem oluşturur (6). Girdi verilerinin daha bileşik bir çıktı verisine dönüştürülmesini içerir. Genetik yatkınlık, ateroskleroz gibi kardiyovasküler hastalıkların gelişiminde önemli bir faktördür. Derin Öğrenme ağlarının kullanımı gibi gelişmiş teknikler, büyük ölçekli genom çapında bir araştırma yoluyla ileri koroner arter kalsiyumunu tahmin etmek için kullanılabilir (7). Derin Öğrenme, Yapay Sinir Ağı, Evrimsel Sinir Ağı ve Yapay Sinir Ağı olarak alt bölümlere ayrılabilir.

### Derin Öğrenme

Derin öğrenme, girdilerden otomatik tahminler üretebilen çok katmanlı yapay nöronal ağlar kullanarak insan beyninin çalışmasını taklit eder. Derin öğrenme son zamanlarda kardiyovasküler tıpta, daha spesifik olarak da kardiyovasküler görüntüleme uygulanmaktadır.

Bir teşhis için öngörücü bir model oluşturmak üzere önceden hesaplanmış özellikleri kullanan klasik makine öğreniminin aksine veya prognostik görev, derin öğrenme eşzamanlı olarak ilgili özellikler ve giriş görüntülerinden istenen sonuca kadar bir tahmin modeli oluşturur (8). Konvolüsyonel sinir ağı (CNN) sinir ağında bir konvolüsyon işlemi kullanan kardiyak görüntü analizinde en yaygın kullanılan mimaridir. Şu anda, CNN ve CNN türevi ağlar kardiyak görüntülerde algılama, segmentasyon ve sınıflandırmada yaygın olarak kullanılmaktadır (9). Tekrarlayan sinir ağı (RNN), genellikle sıralı verileri işlemek için kullanılan bir başka sinir ağı türüdür. Yaygın olarak kullanılan RNN yapıları ise uzun kısa vadeli belleklerdir (LSTM) (10). Kardiyak görüntüleme MRI gibi birçok sıralı veri yapısı vardır. RNN özellikle aritmisi olan hastalar ve nefes tutma zorluğu yaşayan hastalarda kardiyak görüntüleri işlemek için, hatta gelişmiş teknikler bile daha iyi görüntüler oluşturamazlar (11,12).

### Algoritmaların Uygulama Görevleri

YZ algoritmalarının kardiyak görüntülemeye uygulanması üç bölümden oluşur: Algılama, segmentasyon ve sınıflandırma. Bir görüntü algılama görevinde, koroner plak gibi bir nesne, daha ileri işlemler için tanımlanmalıdır. Algılama için, CNN içinde iki boyutlu veya üç boyutlu görüntü girişleri kullanılarak hedef yapıyı aramak için bir sınırlayıcı kutu kullanır. Şüpheli yapıları içeren alt görüntüler elde edilir ve doğru veya yanlış hedef arasında ayırım yapmak için başka bir CNN modeli yapılır. Son olarak, tespit edilen hedef yapıların koordinatları nihai çıktı olarak elde edilir. Xu ve arkadaşları miyokard enfarktüsünü tespit etmek için RNN kullandı. Kardiyak MR sekanslarının alan incelenmesi genel doğruluk %94.35 olarak tespit edildi (13). Guo ve arkadaşları, bir koroner arter ağacının merkez hattı mesafe haritasını çıkarmak ve minimal yol çıkarıcı ile dal uç noktalarını hesaplamak için yerel bir FCN birleştirdi (14). Koroner arter dalları ve hasta düzeyinde iyileştirme merkez hattı çıkarma başarı oranı %54,3'ten %88,8'e çıkmıştır.

Görüntü segmentasyonu, kardiyak görüntülerin bölümlere ayrılması işlemidir. Belirli yapıları ayırmak için görüntüyü farklı bölgelere ayırmak veya lezyonlar, genellikle özellik için bir ön işleme adımı çıkarma ve sınıflandırma olarak kullanılır

### Kamu Veritabanı

Yüksek kaliteli görüntü veritabanının mevcudiyeti YZ algoritmalarının geliştirilmesi için kritik öneme sahiptir. Verilerin kapsamı ve kalitesi algoritmanın doğruluğu, genelleştirilebilirliği sağlamlığını belirler (15). Kamuya açık veritabanlarının yakın zamandaki mevcudiyeti araştırmacıları yeni YZ algoritmaları geliştirmeye teşvik ediyor. Bir görüntü veritabanının oluşturulması oldukça zordur, ayrıca hasta mahremiyeti korunmalı ve sağlık bilgileri gizlenmelidir. Derin öğrenme algoritmalarının geliştirilmesi için veritabanı boyutu ve hasta popülasyonunun kapsamı sağlanmalıdır, bu da genellebilirlik için kritik bir durumdur. Aynı zamanda büyük bir etiketleme için tıbbi görüntü sayısı, deneyimli radyologların uzmanlığını gerektirir. Kardiyoloji alanında elektronik sağlık kayıtlarından kardiyak aritmi, kalp krizi tahminleri gibi büyük veri tabanları oluşturma çalışmaları devam ediyor (16).

Bu veritabanları yüzlerce değişken içerir ve bu değişkenler yeni YZ sistemleri geliştirmek için kullanılabilir. Kardiyak görüntü veri tabanlarının geliştirilmesine yönelik girişimler zaman zaman oldu. 2016 yılında Kaggle sol ventrikül için ikinci Data Science Bowl'u düzenledi. 1000'den fazla kardiyak MR görüntüsünün kullanıldığı hacim değerlendirmesi için Ulusal Sağlık Enstitüleri ve Ulusal Çocuk Tıp Merkezi tarafından veritabanı sağlanmıştır (17). Burada amaç, kalp atışlarını otomatik olarak ölçmek, hacimleri ve ejeksiyon fraksiyonlarını hesaplamak için algoritmalar geliştirmektir. Tıbbi Görüntü Hesaplama ve Bilgisayar Destekli Müdahale Derneği 2017 yılında Otomatik Kardiyak Tanı Yarışması'nı düzenledi sol ventrikül endokardının otomatik segmentasyonu için ve epikard ve 100 denekten oluşan bir eğitim seti sağlandı (18). Ancak YZ sonuçlarının büyük bir dezavantajı ise bu veri tabanlarının heterojenlikten muzdarip olması ve düşük kalite, kardiyak tedavinin uygulanabilirliğini kısıtlamaktadır.

### **Kalp Hastalıkları Ve Yapay Zeka**

Kardiyovasküler hastalıklardaki evrim, tedavi ve teşhis tekniklerinde ilerlemeler gerektirmektedir, bu nedenle YZ artık kardiyovasküler tıp alanına hızla dahil ediliyor. YZ tıbbi teşhis, tedavi, risk tahmini, klinik bakım ve diğer alanlarda devrim yaratma potansiyeline sahiptir.

Geniş veri tabanlarının yorumlanması yoluyla ilaç keşfi insan beynine kıyasla daha verimli bir şekilde çalışır (19,20). Kardiyak anjiyografi, ekokardiyografi ve elektrokardiyogram (EKG) gibi Derin Öğrenme tabanlı tanı yöntemlerinin kullanımı kalp yetmezliği, miyokard enfarktüsü, aritmi ve kalp kapak hastalığı gibi kardiyovasküler hastalıkların teşhisinde devrim yaratan rolü ile kardiyovasküler tıp alanında önemli bir rol oynamıştır. Paroksizmal Supraventriküler Taşikardi (PSVT) yaşam kalitesini kötüleştirebilen sporadik, ani ve tekrarlayan bir taşikardidir. Tedavi edilebilir olmasına rağmen, anlık ataklar sırasında ortaya çıkması nedeniyle teşhis edilmesi zordur. Ancak, Derin öğrenme teknikleri tabanlı EKG kullanımı PSVT'nin erken teşhisini mümkün kılmıştır. YZ tabanlı araçların ve Manyetik rezonans görüntüleme (MRI), intravasküler ultrason, optik koherens tomografi (OCT) ve tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi (SPECT) gibi tıbbi cihazların kullanımı klinisyenlere potansiyel ölümcül kardiyovasküler hastalıkların ayrıntılı ve hatasız teşhisine olanak sağlamaktadır (21). Ayrıca, makine öğrenimi tabanlı YZ'nin kullanımı kardiyovasküler hastalıkları olan hastalarda 5 yıllık sağ kalım oranını daha doğru tahmin ettiği (%80) kanıtlanmıştır. Bu oran diğer tekniklerde %60'dır (22). YZ'nin kardiyovasküler alanda ortaya çıkışı EKG, Eko gibi tanı yöntemleri aracılığıyla tıp, anjiyografi ve robotik gibi modern tekniklerin kullanımı kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde mortaliteyi belirgin şekilde azaltmıştır. YZ'nin hekimlerin yerini alması pek olası değildir, ancak YZ hekimlerin klinik yargılarını geliştirmelerine yardımcı olabilecek ve hastalıkların kesin teşhisini sağlayabilecek önemli bir araçtır.

### **Kalp Kapak Hastalığı**

Birçok kalp kapak hastalığı uzun asemptomatik dönemler içerir (23). Ancak belirtiler ortaya çıktığında, ölüm oranı önemli ölçüde artmaktadır (24). Asemptomatik hastalarda takip ve semp-tomatik hastalarda kapak replasmanı genellikle iyi sonuçlanır (23). Bununla birlikte, bu asemptomatik hastaların nasıl tespit edileceği konusunda zorluk yaşanmaya devam etmektedir. Ekokardiyografi kalp kapak hastalığı tanısını doğrulamak için altın standarttır, ancak tarama testleri için uygun değildir (25). Bu nedenle, YZ geliştirilmiş Elektro-kardiyogramın asemptomatik hastaların kullanılabilir bir araç olarak kullanılıp kullanılmayacağı geniş çapta yaygınlık kazanmıştır. Kwon ve (25) EKG'leri kullanarak orta veya şiddetli aort darlığını tespit etmeyi amaçlayan çok katmanlı bir algılayıcı (MLP) ve CNN'i birleştiren Derin Öğrenme tabanlı bir algoritma geliştirmiştir. Dahili ve harici doğrulama sırasında, önemli aort daralmasını tanımlamak için AUC 0.88 ve 0.86 idi. Duyarlılık analizi göstermiştir ki algoritması AS varlığını belirlemek için prekordiyal derivasyonun T dalgasına odaklanmıştır. İlginç bir şekilde, son derece hassas işlem noktasında, negatif tahmin değeri >%99'du, bu da bu algoritmanın AS'yi dışlamak için bir tarama aracı olarak kullanılabilir. Shelly ve arkadaşları (26) 129.788 yetişkinden EKG ve ekokardiyogram kullanarak orta veya şiddetli AS'yi taramak için bir CNN modeli geliştirmiştir. Hastalar. AI-ECG, 102.926 katılımcıyı içeren test grubunda 0,85 AUC ve %74 doğrulukla iyi performans göstermiş ve negatif tahmin değeri %98,9 olmuştur. Cinsiyet ve yaş modele eklendiğinde, AUC 0,90'a yükselmiştir. Ayrıca, Elias ve ark. (27) tarafından geliştirilen Valve Net DL modeline göre orta veya şiddetli AS, aort yetersizliği (AR) ve mitral yetersizliğini (MR) tespit etmek için EKG

kullanmanın AUC değeri sırasıyla 0,88, 0,77 ve 0,83'tür. Bunlardan herhangi birinin birleşik değerinin AUC'si 0,84'tü. Alt küme analizleri algoritmanın performansının cinsiyet, etnik köken ve ırk açısından eşit olduğunu göstermiştir. Bu çalışmalar AI-ECG'nin kalp kapak hastalığı taraması için potansiyel bir önlemdir.

### **Atriyal fibrilasyon**

Atriyal fibrilasyon (AF), özellikle paroksizmal AF, genellikle asemptomatiktir ve anlaşılması zordur (28). AF'li hastalar EKG kaydı sırasında genellikle normal sinüs ritmi gösterirler, bu da eksik tanıya yol açabilir (29). Ancak AF oluşuktan sonra kalbin yapısı değişmeye başlar. Bu nedenle, normal sinüs ritmi EKG'leri, derinlemesine eğitilmiş bir sinir ağının AF'yi tahmin etmek için tanımlayabileceği ince değişikliklere uğrayabilir (30). Attia ve arkadaşları (30) standart 10 saniyelik, 12 derivasyonlu EKG kullanarak normal sinüs ritmi sırasında AF olan hastaları belirlemek için bir CNN uygulamıştır. Model yaklaşık 500.000 EKG kullanılarak eğitilmiştir. Modelin test setinde uygulanması sonucunda AUC Sinüs ritimli EKG'lerden AF'yi tespit etmek için 0,87 ve genel doğruluk oranı %79,4'tür. Model, hastaların ilgi penceresindeki tüm EKG'ler üzerinde test edildiğinde (İlk kaydedilen AF EKG'sinden 31 gün öncesinden o güne kadar), AUC %88,3'lük genel doğrulukla 0,90'a yükselmiştir. Sonuçlar, bu algoritmanın normal sinüs ritimli EKG'den AF'li hastaları tespit edebildiğini göstermektedir. Daha sonra, Khurshid ve arkadaşları Aging Research in Genomic Epidemiology-Atrial Fibrillation) skorlarının gelecekteki AF riskini öngörmedeki doğruluğunu ve korelasyonunu üç test setinde (Massachusetts Gen-eral Hospital [MGB], Brigham and Women's Hospital [BWH] ve UK Biobank) karşılaştırmıştır. 5 yıllık takip süresi boyunca AI-ECG, AF'yi tahmin etmede CHARGE-AF'ye öngörülse yararlılık sağlamıştır. (MGB, BWH ve UK Biobank'ın AUC değerleri 0,823'e karşı 0,802, 0,747'ye karşı 0,752 ve 0,705'e karşı 0,732 idi). Model hem AI-ECG hem de CHARGE-AF'yi birleştirdiğinde, birden fazla modelde daha iyi performans göstermiştir. CHARGE-AF'ye kıyasla prognostik model ölçümleri, AI-ECG'nin gelecekteki AF riskini değerlendirmek için yararlı bir yol olarak kullanılabilirliğini göstermektedir. Ayrıca AI, risk faktörü tabakalaşmasını değerlendirerek gelecekteki AF'yi de tespit edebilir. Prospektif bir kohort çalışmasında, Noseworthy ve arkadaşları (31) inme risk faktörleri olan ancak sinüs ritminde EKG'si normal olan 1003 hastayı işe almış ve EKG'lerine AI algoritması uygulayarak hastaları yüksek riskli veya düşük riskli gruplara ayırmıştır. Daha sonra tüm katılımcılara 30 gün boyunca AF'yi tespit etmek için ambulatuvar kalp ritmi monitörü verilmiştir. Yüksek riskli grubun düşük riskli gruba göre daha yüksek oranda AF geçirdiğini tespit etmişlerdir (%7,6'ya karşı %1,6). Medyan takip süresi olan 9,9 ay boyunca, AF'nin tespit edilme oranı YZ rehberliğindeki tarama grubunda olağan bakım grubuna kıyasla önemli ölçüde daha yüksekti; bu da YZ EKG'nin gelecekte AF'ye yakalanma riski yüksek olan hastaları belirleyebileceğini düşündürmektedir. Bu hastaların etkili bir şekilde taranması daha etkili sonuçlara yol açabilir. (%7,6'ya karşı %1,6). Medyan takip süresi olan 9,9 ay boyunca, AF'nin tespit edilme oranı YZ rehberliğindeki tarama grubunda olağan bakım grubuna kıyasla önemli ölçüde daha yüksekti; bu da YZ EKG'nin gelecekte AF'ye yakalanma riski yüksek olan hastaları belirleyebileceğini düşündürmektedir. Bu hastaların etkili bir şekilde taranması daha etkili sonuçlara yol açabilir.

### **Koroner Arter Hastalığı**

Betancur ve arkadaşları (32) SPECT miyokardiyal perfüzyon görüntülemesinden (MPI) gelecekteki koroner arter hastalığını (KAH) tahmin etmek için bir Derin öğrenme modeli eğitmeye çalışmıştır. KAH olmayan 1638 hastaya stres SPECT MPI ve MPI'dan sonraki 6 ay içinde invazif koroner anjiyografi uygulanmıştır. Model, tabakalı on katlı çapraz doğrulama yöntemiyle değerlendirilmiştir. KAH öngörüsünün AUC değeri hasta başına 0,80 ve damar başına 0,76 olup DL'nin MPI analizine yardımcı olabileceğini ve gelecekteki KAH'ı öngörebileceğini göstermektedir. Yüz özellikleri bazı hastalıkların artmış riski ile ilişkili olabilir (42). DL, bu yüz özelliklerine göre hastalıkların taranmasını bile sağlar (34,35) Lin ve arkadaşları (34) 5796 hastanın yüz fotoğraflarını kullanarak KAH'ı tespit etmek için bir DL algoritmasını eğitmiş ve doğrulamıştır. DL algoritması, 1013 hastadan oluşan test setinde 0,73 AUC değerine ve KAH'ı tespit etmek için %68 doğruluğa sahiptir.

## Kalp Yetmezliği

Sol ventrikül sistolik fonksiyonunun önemli bir ölçüsü olan sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (LVEF) genellikle ekokardiyografi ile ölçülür (36). Kalp yetersizliğinin (KY) erken evresinde, hastalar LVEF'deki hafif düşüş nedeniyle uzun süre asemptomatik sol ventrikül disfonksiyonu (ALVD) gösterebilir (37,38) KY hastaları etkili bir tedavi alabilirse, sol ventrikül sistolik fonksiyonlarını iyileştirmek, LVEF'nindaha da düşmesini ve kalıcı miyokardiyal hasarı önlemek ve sağ kalım oranını ve yaşam kalitesini iyileştirmek çok önemlidir (39). Ancak eko kardiyografi, maliyet ve ulaşılabilirlik nedeniyle asemptomatik hastalar için pratik değildir (38,36). Son zamanlarda, çeşitli çalışmalar AI-EKG'nin ALVD taraması için kullanılabileceğini göstermiştir. Attia ve arkadaşları (3) 44,959 hastanın EKG ve ekokardiyogramını kullanarak büyük bir sinir ağı oluşturmuşlardır.

## Konjenital Kalp Hastalıkları

Konjenital kalp hastalığı (KKH) en yaygın konjenital sakatlıktır ve doğumdan sonra önemli ölçüde ölümlerle sonuçlanır (40). Klinik uygulamada, uzman sonografların eksikliği veya KKH tanısına yardımcı olacak kritik görüntü karelerinin eksik olması nedeniyle, hamilelik sırasında KKH'nin tespiti genellikle çok düşüktür (41). AI-EKG olarak, eğitilmiş AI modelleri, klinisyenin ayırt etmesi zor olan anormal görüntü karelerini tespit edebilir ve KKH'nin teşhisini iyileştirebilir (42). Yakın zamanda, Arnaout ve arkadaşları (42) 18 ila 24 haftalık ekokardiyografik ve tarama ultrasonundan yaklaşık 100,000 görüntü kullanarak normal kalpleri ve KKH'yi ayırt etmek için bir sinir ağını eğitmiştir. Dahili test setinde, model normalden anormalden ayırt etmiştir.

## SONUÇ

YZ, performansı, hassasiyeti ve zaman verimliliğini artırmanın yanı sıra maliyeti düşürmek için birçok sektörde hızla benimsenen bir teknolojidir. Tıpta bu teknoloji, daha erken tespit ve teşhis, iyileştirilmiş teşhis ve tedavi protokolleri, böylece olası tıbbi hataların azaltılması, tıbbi maliyetlerin düşürülmesi ve morbidite ve mortalitenin azaltılması yoluyla iyileştirilmiş hasta bakımına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

YZ kullanımında amaç hekimlerin yerini almak için değil de, tıbbi süreçlere destek olmaktır. YZ sağlık alanında çalışan insan gücüne destek olacağı ve çalışanların performansını arttıracacağı düşünülmektedir. Özellikle kalp hastalıklarının teşhisinde kullanılan görüntüleme ve sinyal işleme sistemleri ile eş güdümlü olarak kullanılacak olan YZ bu alana büyük katkı sunacaktır.

## AÇIKLAMALAR

**Finansal destek yoktur.**

**Çıkar çatışması yoktur.**

## KAYNAKLAR

1. Clark H. Ncds: a challenge to sustainable human development. The Lancet 2013; 381: 510–1. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60058](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60058)
2. Krittanawong, C., Zhang, H., Wang, Z., Aydar, M., & Kitai, T. (2017). Artificial intelligence in precision cardiovascular medicine. Journal of the American College of Cardiology, 69(21), 2657-2664.
3. Rosenblatt F. The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain. Psychological Review. 1958; 65: 386–408.
4. Koza JR, Bennett FH, Andre D, Keane MA. Automated Design of both the Topology and Sizing of Analog Electrical Circuits Using Genetic Programming. Artificial Intelligence in Design '96. 1996; 7: 151–170.
5. Brownlee J. 4 Types of Classification Tasks in Machine Learning. Machine Learning Mastery. 2021. Available at: <https://machinelearningmastery.com/types-of-classification-in-machine-learning/> (Accessed: 23 July 2021).
6. Romiti S, Vinciguerra M, Saade W, Anso Cortajarena I, Greco E. Artificial Intelligence (AI) and Cardiovascular Diseases: an Unexpected Alliance. Cardiology Research and Practice. 2020; 2020: 1–8.
7. Zghyer F, Yadav S, Elshazly MB. Artificial Intelligence and Machine Learning. Precision Medicine in Cardiovascular Disease Prevention. 2021; 18: 133–148.



8. Litjens G, Ciompi F, Wolterink JM, de Vos BD, Leiner T, Teuwen J, et al. State-Of-The-Art deep learning in cardiovascular image analysis. *JACC Cardiovasc Imaging* 2019; 12(8 Pt 1): 1549–65. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2019.06.009>
9. Mazurowski MA, Buda M, Saha A, Bashir MR. Deep learning in radiology: an overview of the concepts and a survey of the state of the art with focus on MRI. *J Magn Reson Imaging* 2019; 49: 939–54. doi: <https://doi.org/10.1002/jmri.26534>
10. Hochreiter S, Schmidhuber J. Long shortterm memory. *Neural Comput* 1997; 9: 1735–80. doi: <https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735>
11. Bai W, Suzuki H, Qin C, Tarroni G, Oktay O, Matthews PM. Recurrent neural networks for aortic image sequence segmentation with sparse annotations. *arXiv e-prints [serial on the Internet]*. 2018. Available from: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018arXiv180800273B>
12. Qin C, Schlemper J, Caballero J, Price AN, Hajnal JV, Rueckert D. Convolutional recurrent neural networks for dynamic Mr image reconstruction. *IEEE Trans Med Imaging* 2019; 38: 280–90. doi: <https://doi.org/10.1109/TMI.2018.2863670>
13. Xu C, Xu L, Gao Z, Zhao S, Zhang H, Zhang Yet al. Direct Detection of PixelLevel Myocardial Infarction Areas via a Deep-Learning Algorithm. Cham: Springer International Publishing; 2017.
14. Guo Z, Bai J, Lu Y, Wang X, Cao K, Song Qet al. DeepCenterline: A Multi-task Fully Convolutional Network for Centerline Extraction. Cham: Springer International Publishing; 2019.
15. Dey D, Slomka PJ, Leeson P, Comaniciu D, Shrestha S, Sengupta PP, et al. Artificial intelligence in cardiovascular imaging: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol* 2019; 73: 1317–35. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.12.054>
16. Petersen SE, Matthews PM, Bamberg F, Bluemke DA, Francis JM, Friedrich MG, et al. Imaging in population science: cardiovascular magnetic resonance in 100,000 participants of UK Biobank - rationale, challenges and approaches. *J Cardiovasc Magn Reson* 2013; 15. doi: <https://doi.org/10.1186/1532-429X-15-46>
17. Coffey S, Lewandowski AJ, Garratt S, Meijer R, Lynum S, Bedi R, et al. Protocol and quality assurance for carotid imaging in 100,000 participants of UK Biobank: development and assessment. *Eur J Prev Cardiol* 2017; 24: 1799–806. doi: <https://doi.org/10.1177/2047487317732273>
18. Aye CYL, Lewandowski AJ, Lamata P, Upton R, Davis E, Ohuma EO, et al. Disproportionate cardiac hypertrophy during early postnatal development in infants born preterm. *Pediatr Res* 2017; 82: 36–46. doi: <https://doi.org/10.1038/pr.2017.9>
19. Gulshan V, Peng L, Coram M, Stumpe MC, Wu D, Narayanaswamy A, et al. Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs. *The Journal of the American Medical Association*. 2016; 316: 2402.
20. Ski CF, Thompson DR, Brunner-La Rocca H. Putting AI at the centre of heart failure care. *ESC Heart Failure*. 2020; 7: 3257–3258.
21. Yan Y, Zhang JW, Zang GY, Pu J. The primary use of artificial intelligence in cardiovascular diseases: what kind of potential role does artificial intelligence play in future medicine? *Journal of Geriatric Cardiology*. 2019; 16: 585–591.
22. Dawes TJW, de Marvao A, Shi W, Fletcher T, Watson GMJ, Wharton J, et al. Machine Learning of Three-dimensional Right Ventricular Motion Enables Outcome Prediction in Pulmonary Hypertension: a Cardiac MR Imaging Study. *Radiology*. 2017; 283: 381–390.
23. Lancellotti P, Magne J, Dulgheru R, Clavel M-A, Donal E, Vannan MA, et al. Outcomes of patients with asymptomatic aortic stenosis followed up in heart valve clinics. *JAMA Cardiol*. 2018;3(11):1060–8.
24. Leon MB, Smith CR, Mack M, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, et al. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med*. 2010;363(17):1597–607.
25. Kwon JM, Lee SY, Jeon KH, Lee Y, Kim KH, Park J, et al. Deep learning based algorithm for detecting aortic stenosis using electrocardiography. *J Am Heart Assoc*. 2020;9(7):e014717.
26. Cohen-Shelly M, Attia ZI, Friedman PA, Ito S, Essayagh BA, Ko W-Y, et al. Electrocardiogram screening for aortic valve stenosis using artificial intelligence. *Eur Heart J*. 2021;42(30):2885–96.
27. Elias P, Poterucha TJ, Rajaram V, Moller LM, Rodriguez V, Bhave S, et al. Deep learning electrocardiographic analysis for detection of left-sided valvular heart disease. *J Am Coll Cardiol*. 2022;80(6):613–26.
28. Siontis KC, Gersh BJ, Killian JM, Noseworthy PA, McCabe P, Weston SA, et al. Typical, atypical, and asymptomatic presentations of new-onset atrial fibrillation in the community: characteristics and prognostic implications. *Heart Rhythm*. 2016;13(7):1418–24.
29. Davidson KW, Barry MJ, Mangione CM, Cabana M, Caughey AB, Davis EM, et al. Screening for atrial fibrillation: US preventive services task force recommendation statement. *JAMA*. 2022;327(4):360–7

30. Attia ZI, Noseworthy PA, Lopez-Jimenez F, Asirvatham SJ, Deshmukh AJ, Gersh BJ, et al. An artificial intelligence-enabled ECG algorithm for the identification of patients with atrial fibrillation during sinus rhythm: a retrospective analysis of outcome prediction. *Lancet*. 2019;394(10201):861–7.
31. Noseworthy PA, Attia ZI, Behnken EM, Giblon RE, Bews KA, Liu S, et al. Artificial intelligence-guided screening for atrial fibrillation using electrocardiogram during sinus rhythm: a prospective non-randomised interventional trial. *Lancet*. 2022;400(10359):1206–12.
32. Betancur J, Commandeur F, Motlagh M, Sharir T, Einstein AJ, Bokhari S, et al. Deep learning for prediction of obstructive disease from fast myocardial perfusion SPECT: a multicenter study. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2018;11(11):1654–63.
33. Christofersen M, Tybjaerg-Hansen A. Visible aging signs as risk markers for ischemic heart disease: epidemiology, pathogenesis and clinical implications. *Ageing Res Rev*. 2016;25:24–41.
34. Lin S, Li Z, Fu B, Chen S, Li X, Wang Y, et al. Feasibility of using deep learning to detect coronary artery disease based on facial photo. *Eur Heart J*. 2020;41(46):4400–11.
35. Yan BP, Lai WHS, Chan CKY, Au ACK, Freedman B, Poh YC, et al. Highthroughput, contact-free detection of atrial fibrillation from video with deep learning. *JAMA Cardiol*. 2020;5(1):105–7.
36. Vaid A, Johnson KW, Badgeley MA, Somani SS, Bickel M, Landi I, et al. Using deep-learning algorithms to simultaneously identify right and left ventricular dysfunction from the electrocardiogram. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15(3):395–410.
37. Attia ZI, Kapa S, Lopez-Jimenez F, McKie PM, Ladewig DJ, Satam G, et al. Screening for cardiac contractile dysfunction using an artificial intelligence-enabled electrocardiogram. *Nat Med*. 2019;25(1):70–4.
38. Yao X, Rushlow DR, Inselman JW, McCoy RG, Thacher TD, Behnken EM, et al. Artificial intelligence-enabled electrocardiograms for identification of patients with low ejection fraction: a pragmatic, randomized clinical trial. *Nat Med*. 2021;27(5):815–9.
39. de Couto G, Ouzounian M, Liu PP. Early detection of myocardial dysfunction and heart failure. *Nat Rev Cardiol*. 2010;7(6):334–44.
40. Donofrio MT, Moon-Grady AJ, Hornberger LK, Copel JA, Sklansky MS, Abuhamad A, et al. Diagnosis and treatment of fetal cardiac disease: a scientific statement from the American heart association. *Circulation*. 2014;129(21):2183–242.
41. Sun HY, Proudfoot JA, McCandless RT. Prenatal detection of critical cardiac outflow tract anomalies remains suboptimal despite revised obstetrical imaging guidelines. *Congenit Heart Dis*. 2018;13(5):748–56.
42. Arnaout R, Curran L, Zhao Y, Levine JC, Chinn E, Moon-Grady AJ. An ensemble of neural networks provides expert-level prenatal detection of complex congenital heart disease. *Nat Med*. 2021;27(5):882–91.

## REVIEW

Volume:2 Issue:2 Year:2024

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13309715>

## Kardiyovasküler Hastalıklar ve Troid Hormonları Arasındaki İlişki

The Relationship Between Cardiovascular Diseases and Thyroid Hormones

 Yasemin Hacanlı<sup>1</sup><sup>1</sup>Harran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahi Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye

## ÖZET

Tiroid hormonunun asıl hedefleri arasında kardiyovasküler sistemde yer almak bulunur. Kardiyovasküler sistemle ilişkili olan tromboz hipertiroidizm ile bağlantılı iken; hiperlipidemi ise hipotiroidizm ile bağlantılıdır. Bu hormon miyokardiyal kasılabilirliği direkt olarak etkilemektedir. Triiyodotironin [T3, (3,5,3'-triiodotironin)] ve tiroksin [T4 (3,5,3',5'-tetraiyodotironin)] hormonları tiroid hormonlarını oluşturmaktadır. Vücuttaki metabolik olaylar ile yakından ilişkilidirler. Karbonhidrat, lipid ve protein metabolizması aracılığı ile bazal enerji kullanımının ayarlanmasında rol oynamaktadır. Kardiyovasküler hastalık açısından bakıldığı zaman, T3 ve T4'ün koroner arterlere yönelik etkileri bulunmaktadır. Vasküler düz kas hücrelerini ve vasküler tonusu modüle ederek sistolik arter basıncını yükseltirler. Tiroid hormonunun yeterli düzeyde olmaması ya da işlevini yerine getirememesinden dolayı metabolizma fonksiyonlarında azalması ile kendini gösteren tiroid fonksiyon bozukluğuna hipotiroidizm denir. Hipotiroidizmde yüksek TSH düzeyleri görülürken T4 düzeyleri ise tam tersi düşüktür. Klinik hipotiroidizm, sistolik hiper tansiyon ve lipid anomalilikleri ile bağlantılıdır. Lipid bozukluğuna sebep olarak, hepatik lipaz ve yağ dokusunda lipoprotein lipaz işlevini kısıtlar. Ancak kolesterol sentezinde de artışa neden olur. Tiroid eksikliğinde miyokardiyal remodeling' te farklılaşmalar meydana gelir. Yaygın olarak ekstrakardiyak organ fonksiyon bozukluğunun oluşumuna neden olur. Yükselmiş tiroid hormonları ile kendini gösteren klinik tiroid fonksiyon bozukluğuna da hipertiroidizm denir. Düşük düzeydeki TSH' ye karşın yüksek düzeyde T3 ve/veya T4 bulunur. Subklinik hipertiroidizmi gelişen hastalarda koroner arter hastalığı ve kalp yetmezliği gibi KVH riski daha fazla bulunmaktadır. Tiroid hormonlarının aşırılığı kalp debisini fazlalaştırarak atım hacmini ve kalp ritmini etkilemektedir. Bu derlemede kardiyovasküler olaylar ve tiroid hormonları arasındaki ilişkiye kısaca değineceğiz.

**Anahtar Kelimeler:** TSH, TSH ve Kardiyovasküler Hastalıklar, Hipotiroidizm ve Hipertiroidizm.

## ABSTRACT

Among the main targets of thyroid hormone is involvement in the cardiovascular system. Thrombosis associated with the cardiovascular system is associated with hyperthyroidism, while hyperlipidemia is associated with hypothyroidism. This hormone directly affects myocardial contractility. The hormones triiodothyronine [T3, (3,5,3'-triiodothyronine)] and thyroxine [T4 (3,5,3',5'-tetraiodothyronine)] make up the thyroid hormones. They are closely related to metabolic events in the body. They play a role in regulating basal energy utilization through carbohydrate, lipid and protein metabolism. In terms of cardiovascular disease, T3 and T4 have effects on coronary arteries. They increase systolic arterial pressure by modulating vascular smooth muscle cells and vascular tone. Hypothyroidism is a thyroid dysfunction characterized by a decrease in metabolic functions due to insufficient levels of thyroid hormone or its inability to fulfill its function. Hypothyroidism is characterized by high TSH levels and low T4 levels. Clinical hypothyroidism is associated with systolic hypertension and lipid abnormalities. It causes lipid abnormalities, limiting the function of hepatic lipase and lipoprotein lipase in adipose tissue. However, it also causes an increase in cholesterol synthesis. Differences in myocardial remodeling occur in thyroid deficiency. It commonly leads to extracardiac organ dysfunction. Hyperthyroidism is a clinical thyroid dysfunction characterized by elevated thyroid hormones. High levels of T3 and/or T4 are found despite low levels of TSH. Patients with subclinical hyperthyroidism have a higher risk of CVD such as coronary artery disease and heart failure. Excess thyroid hormones increase cardiac output and affect stroke volume and heart rhythm. In this review, we will briefly discuss the relationship between cardiovascular events and thyroid hormones.

**Keywords:** TSH, TSH and Cardiovascular Diseases, Hypothyroidism and Hyperthyroidism.

## GİRİŞ

Tiroid işlevinin bir göstergesi olan tiroid uyarıcı hormon (TSH), ön hipofiz bezinden salgılanır (1). Tiroid fonksiyon bozukluğu kademeli olarak ilerleyen bir rahatsızlıktır. Erken dönemde hafif olarak başlar ve ileri tiroid fonksiyon bozukluğuna doğru ilerler. Tiroid hormonları aracılığıyla lipid sentezinin ayarlanması mekanizmalar tarafından gerçekleştirilir ve kompleks bir işlemdir. Bu hormonun yetersi olması durumunda, lipid sentez mekanizmalarında değişiklikler meydana gelir. Bu durum beraberinde düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterolün (LDL), plazma trigliseritlerinin (TG) ve total kolesterolün yükselmesi ile sonuçlanabilir. Yani LDL düzeyi, hiperkolesterolemi ve hipertansiyon kardiyovasküler

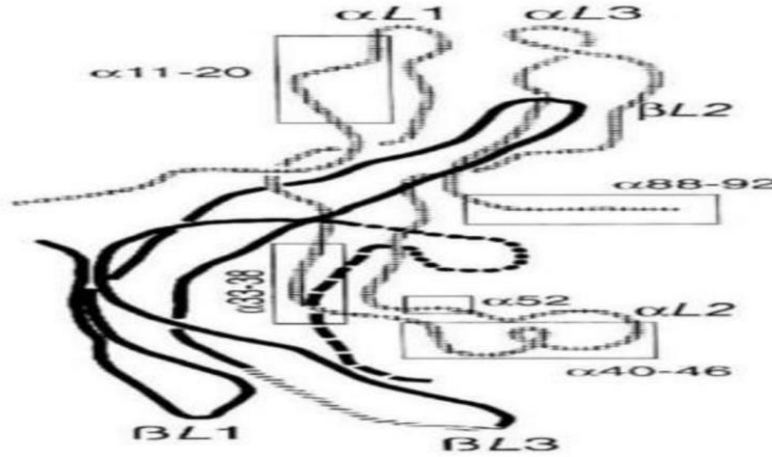
Corresponding Author: Yasemin Hacanlı, e-mail: [yaseminhacanli@gmail.com](mailto:yaseminhacanli@gmail.com)

Received: 12.07.2024, Accepted: 28.07.2024, Published Online: 01.08.2024

Cited: Hacanlı Y. The Relationship Between Cardiovascular Diseases and Thyroid Hormones. *Anatolia Cor.* 2024;2(2):23-30.<https://doi.org/10.5281/zenodo.13309715>The journal is licensed under a [Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

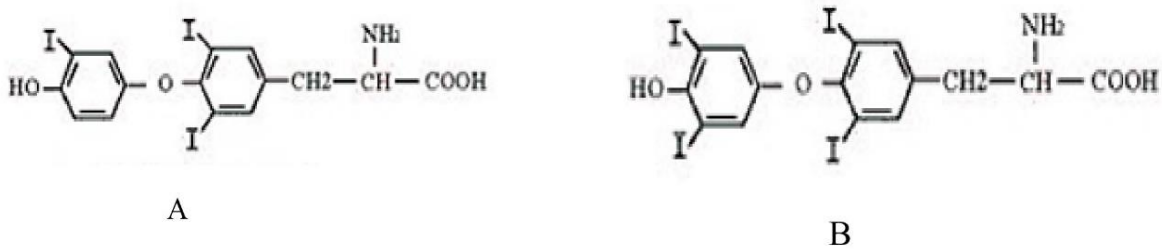
hastalık (KVH) riskinin artması ile bağlantılıdır (2). Tiroid hormonunun asıl hedefleri arasında kardiyovasküler sistemde yer almak bulunur. Kardiyovasküler sistemle ilişkili olan tromboz hipertiroidizm ile bağlantılı iken; hiperlipidemi ise hipotiroidizm ile bağlantılıdır (3). Kalp, tiroid fonksiyon bozukluğunda ciddi şekilde etkilenmektedir. Bu hormon miyokardiyal kasılabilirliği direkt olarak etkilemektedir. (2). Türk Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği'ne (TEMED) göre TSH için referans aralığı 0,5-4 mU/L arasındadır (4).

Yapılan birçok araştırma, hipotiroidizm ve hipertiroidizmin tedavi edilmez ise kardiyovasküler hastalıkların (KVH) görülme insidansını arttırabileceğini ortaya koymuştur (5). Yani, tiroid hormonlarının düzenli işlevi KVH riskinin azalmasını sağlar. Günümüzde, subklinik hipertiroidizm ve hipotiroidizmin KVH' ler ile bağlantısı daha fazla ilgi çekmekte ve incelenmektedir (6). Çalışmalar sonucu elde edilen bilgilere göre tiroid hormonları, vasküler düz kas değişimine direkt etkisi olduğu gibi miyokardiyal kasılmaya da yardımcı olduğu ortaya konulmuştur (7). Buna ilaveten tiroid hormonları, serum kolesterol düzeyini düşürebildiği gibi hepatik lipid fonksiyonlarını da ayarlayabilmektedir (8). TSH yükseldiğinde, renin anjiyotensin aldosteron sisteminde ve katekolaminlerde bariz bir şekilde etkinlik meydana gelir. Bunun yanı sıra eritropoietin etkinlik kazanır. Bu patojenik işleyiş kan hacminde, oksijen tüketiminde ve sıvı tutulumunda artışın ve beraberinde kalp atış hızında ve kalp debisinde yükselmenin meydana gelmesine sebep olur. Bu hemodinamik ve humoral farklılaşmalar kalp fonksiyon bozukluğunun ilerlemesine ve kalp yetmezliği (KY) tablosunun oluşmasına ya da ilerlemesine neden olabilir (9).



Şekil 1. 3 boyutlu TSH molekülü (10).

Triiyodotironin [T3, (3,5,3'-triyyodotironin)] (Şekil 2A) ve tiroksin [T4 (3,5,3',5'- tetrayodotironin)] (Şekil 2B) hormonları tiroid hormonlarını oluşturmaktadır. Vücuttaki metabolik olaylar ile yakından ilişkilidirler. Karbonhidrat, lipid ve protein metabolizması aracılığı ile bazal enerji kullanımının ayarlanmasında rol oynamaktadır (11). Kardiyovasküler hastalık (KVH) açısından bakıldığı zaman, T3 ve T4'ün koroner arterlere yönelik direkt olarak etkileri bulunmaktadır. Vasküler düz kas hücrelerini ve vasküler tonusu modüle ederek sistolik arter basıncını yükseltirler (12).



Şekil 2. A: Triiyodotironin [T3, (3,5,3'-triyyodotironin)], B: Tiroksin [T4 (3,5,3',5'- tetrayodotironin)] Kimyasal Şekilleri (13).

## Hipotiroidizm

Hipotiroidizm, tiroid hormonunun yeterli düzeyde olmaması ya da işlevini yerine getirememesinden dolayı metabolizma fonksiyonlarında azalması ile kendini gösteren bir tiroid fonksiyon bozukluğudur (14). Hipotiroidizmde yüksek TSH düzeyleri görülürken T4 düzeyleri ise tam tersi düşüktür. Genel olarak görülme sıklığı yaklaşık %3' tür (15).

Klinik hipotiroidizmin kardiyovasküler sistemde birçok belirtisi vardır ve bunlar azalmış atım hacmi ve kalp ritmi, artmış periferik vasküler direnç, diyastolik disfonksiyon ve hipertansiyon ile sonuçlanır (16). Subklinik hipotiroidizmde ise, yetişkinler arasındaki oranı %4-10 arasında değişmektedir (17).

Hafif veya şiddetli olabilmektedir. Hafif subklinik hipotiroidizmde TSH>4 mU/L iken; şiddetli subklinik hipotiroidizmde bu değer TSH>10 mU/L' dir. Ayrıca T3 ve T4 düzeyleri normal seviyelerde olan asemptomatik bir durumdur (18). Klinik hipotiroidizm, sistolik hiper tansiyon ve lipid anomalilikleri ile bağlantılıdır. Lipid bozukluğuna sebep olarak, hepatik lipaz ve yağ dokusunda lipoprotein lipaz işlevini kısıtlar. Ancak kolesterol sentezinde de artışa neden olur (19). Bu bilgiler ışığında subklinik hipotiroidizmin hipertansiyon (20), dislipidemi ve endotel işlev bozukluğu (21) ile ciddi düzeyde bağlantılı olduğu açıklanmıştır. Ayrıca tiroid eksikliğinde miyokardiyal remodeling' te farklılaşmalar meydana gelir. Yaygın olarak ekstrakardiyak organ fonksiyon bozukluğunun oluşumuna neden olur. Sonuç olarak KV işlevlerin bozulmasında direkt olarak etkilidir (9).



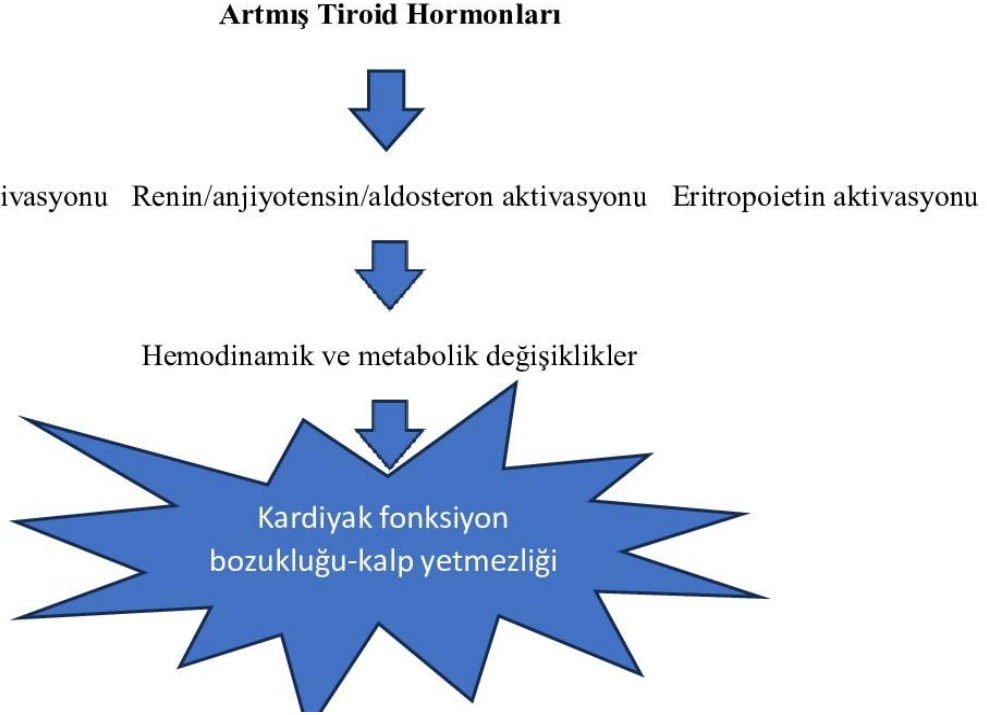
Şekil 3. Tiroid hormonlarının azalması ile kalp yetmezliği patogenezi arasındaki ilişki (9).

## Hipertiroidizm

Hipertiroidizm, yükselmiş tiroid hormonları ile kendini gösteren klinik bir tiroid fonksiyon bozukluğudur. Hipertiroidizm yaygınlığı beslenme ile çok yakın bir şekilde bağlantılıdır. İlginç bir şekilde, iyot eksikliği olan ülkelerde yüksek oranda hipertiroidizm ve nodüler tiroid hastalığına rastlanmaktadır (19). İyot yeterliliği olan ülkelerde yaklaşık görülme sıklığının %0.2-2.5 aralığında olduğu varsayılmaktadır. Düşük düzeydeki TSH' ye karşın yüksek T3 ve/veya T4 ile birlikte gelişen



hipertiroidizmin yaklaşık %0.2-1.4'tür. Normal periferik tiroid hormonu ile birlikte düşük TSH olarak tanımlanan subklinik hipertiroidizmin yaygınlığı ise yaklaşık %0,7-1,4'tür (22). Subklinik hipertiroidizm, düşük düzeyde ancak saptanabilen TSH şeklinde olup genellikle 0,1-0,4 mU/L aralığındadır. Saptanamayan TSH ise <0,1 mU/L' dir (23). Subklinik hipertiroidizmi gelişen hastalarda koroner arter hastalığı ve kalp yetmezliği gibi KVH riski daha fazla bulunmaktadır. Tiroid hormonlarının aşırılığı kalp debisini fazlalaştırarak atım hacmini ve kalp ritmini etkilemektedir. Bu hormonlar betadan alfa yapısına ağır miyozin zincir proteinlerinin sentezindeki değişimlerden dolayı kalp hızını ve miyokardiyal kasılabilirliği fazlalaştırmaktadır. Tiroid hormonlarının artışı, vasküler düz kas hücrelerinin gevşemesi yoluyla vasküler direnci ve venöz dönüşü belli bir düzeye kadar düşürerek dolaşım tıkanıklığına neden olabilir (19).



Şekil 4. Artmış tiroid hormonları ile kalp yetmezliği patogenezi arasındaki ilişki (9).

**Tablo 1.** Kardiyovasküler Risk Faktörlerine Yönelik Subklinik Hipotiroidizm ve Hipertiroidizmin Etkileri (18)

Risk unsurları	Subklinik hipotiroidizm	Subklinik hipertiroidizm
Kalp işlev bozukluğu ve yapısal farklılıklar	Sol ventrikül sistolik ve diyastolik fonksiyon bozukluğu (24)	Sol ventrikül kütlelerinde (25) ve kalp hızında artış (26)
Hipertansiyon	Diyastolik hipertansiyon (27)	Diyastolik kan basıncında muhtemel artış (28)
Trombojenite	Belirsiz	Fibrinojen artışı (29)
Endotel fonksiyon bozukluğu	Endotel bağımlı vazodilatasyonun bozulması (30) ve arteriyel sertliğin fazlalaşması (31)	Karotis intima-media kalınlığının daha da artması (32)
Lipid parametreleri	LDL kolesterol ve total kolesterolün serum seviyelerinde yükselme meydana gelmesi (33)	Etkisiz

## TARTIŞMA

Tiroid hormonunun asıl hedefleri arasında kardiyovasküler sistemde yer almak bulunur. Kardiyovasküler sistemle ilişkili olan tromboz hipertiroidizm ile bağlantılı iken; hiperlipidemi ise hipotiroidizm ile bağlantılıdır (3). Chen ve arkadaşları, Kalp yetmezliği bulunan büyük bir hasta popülasyonunda, normal dışı TSH değerlerinin sıkça görüldüğünü, ölüm ve kalp ile ilgili problemlerden dolayı hastaneye yatışları da içeren klinik sonucun bir öngörücüsü olduğunu açıklamışlardır (34). Hipotiroidizm, ateroskleroz başta olmak üzere çeşitli kardiyovasküler olayların artmasında rol oynayabilir. Bunu da dislipidemi aracılığıyla gerçekleştirebilir (35). Çünkü, hipotiroidizmde LDL

reseptörlerinin fonksiyonları düşüş gösterir. Lipoprotein-kolesterol katabolizması ve LDL, bu durumdan etkilendiği için LDL ve total kolesterol düzeyleri yükselir. Aynı zamanda lipaz enzim fonksiyonları da düşüş gösterirken trigliserit düzeylerinde ise artış görülür (36). Yapılan bir çalışmada, TSH düzeyleri ile LDL ve toplam kolesterol düzeyleri arasında olumlu bir korelasyon olduğu bildirilmiştir (37). Hipotiroidizm de, dislipidemi ve KVH' lere neden olan diğer unsurların birbiri ile olan bağlantılarından dolayı başta ateroskleroz olmak üzere çeşitli KVH' lerin meydana gelmesinde rol oynayabileceği açıklanmıştır (38).

Hipertiroidizmlı hastalarda KVH' lerden biri olan atriyal fibrilasyonun, daha yüksek insidansa sahip olduğu bilinmektedir. 52.000'den fazla hastanın yer aldığı bir popülasyonda yapılan yakın tarihli bir çalışma, subklinik hipertiroidizmin artmış kardiyak mortalite ve atriyal fibrilasyonla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (39). Yakın tarihli yapılan başka bazı çalışmalarda, subklinik hipertiroidizmin AF ve KV olaylar ile her türlü ölümle bağlantılı olduğunu ortaya koymuştur (40). Rotterdam çalışması, TSH düzeylerinin referans aralıklarında olmasına rağmen FT4' ün artmış düzeylerinin, KY ve atriyal fibrilasyon ile ilişkili olduğunu rapor etmiştir (41). Xu ve arkadaşları da aynı şekilde TSH seviyeleri optimal aralıklarda bulunmasına karşın, ufak bir aralığın belirli bir bölümünde olduğu zaman KV morbidite ve mortalite riskinin daha az olduğunu ispatlamıştır (42). Alkol almadığı halde yağlı karaciğer rahatsızlığı olan hastalarda yapılan çalışmada, ötiroid durumda artmış TSH düzeylerinin gözlemlendiği, bu durumda daha fazla KV mortalite riskini öngördüğünü kanıtlamışlardır (43).

Ayrıca hipertiroidizm hastalığı bulunan 483 hasta ve 434 sağlıklı bireyi içeren bir meta-analiz çalışmasında, hipertiroidizmin sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, global çevresel ve uzunlamasına gerginlik gibi anormal sol ventrikül işlevleri ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (44). Rivas ve ark. KY bulunan ve ejeksiyon fraksiyonu <%35 olan hastalarda ötiroid olan bireyler ile karşılaştırıldığında elde ettikleri verilere göre, ölüm riskinin hipertiroidizmin ile beraber yaklaşık %85 civarında bir artış neden olduğunu kanıtlamışlardır (45).

Lillevang-Johansen ve ark. hipertiroid hastalarını tedavi alan ve almayan olarak gruplandırdıkları araştırmalarında, tedavi almayan grupta KV risklerin yükseldiği bulunmuştur. Ancak bu sonucun sadece tedavi alınmadığı için değil aynı zamanda tedavinin yeterli uygulanmamasından da gerçekleşebileceği rapor edilmiştir. Bu yüzden, hipertiroid hastalarda zamanında ve yeterli tedavinin olması gerektiği açıklanmıştır (46).

Tiroid hormonlarından biri olan T3; sistemik vasküler direncin, miyokardiyal kasılabilirliğin ve kalp atımının etkilenmesine neden olur. Bu yüzden, tiroid hormonunun fazlalığı veya eksikliği KVH riskleri ile ilişkilendirilmiştir (47). Kardiyak koruma amacıyla uygulanan tiroid hormon tedavileri, tiroid hormonlarının proanjyogenetik ve antifibrotik özelliklerinden yararlanarak MI alanını ve sol ventrikül remodeling' ini kısıtlamaktır (48). Kalori açığı yönünden meydana gelen T3 eksikliği, bazı yönlerden hipotiroidizmdeki etkilere benzer reaksiyonlar oluşturur. Örneğin, sol ventrikül disfonksiyonu gibi (49).

Güncel çalışma sonuçlarına göre, T3 eksikliği sendromu ve subklinik hipotiroidizm, KY bulunan hastalarda yaygın olarak görülen tiroid disfonksiyonlarından (50).

Kemirgenler üzerinde yapılan çalışmalarda, akut MI' lı kemirgenler T3 ile desteklenmişlerdir. Bu tedavi sonucunda programlanmış hücre ölümü olan apoptozun hafifletildiği ve MI alanının sınırlandığı görülmüştür. Ayrıca T3 seviyelerini düzenlemek amacıyla yapılan T3 desteğinin, sol ventrikül remodeling' de ve sol ventrikül etkinliğinde olumlu yönde ilerleme elde edildiği bildirilmiştir (51) Başka bir deneysel hayvan çalışmasında, akut MI sonrasında 2 ay süresince hafif düzeyde T3'ün oral olarak verilmesinin kardiyak yapı ve fonksiyonu olumlu olarak düzenlediği, sol ventrikül remodeling' ini ve taşikardiği, azalttığı rapor edilmiştir (49).

MI' dan sonra uygulanan T4 tedavisinin ise, enfarktüse maruz kalmamış alanlarda miyosit, arteriyol, kollajen ve matris remodeling' ine faydalı etkileri olduğu açıklanmıştır (52). Araştırmacılar Popülasyon çalışmalarının güncel bir meta-analizi, tiroksinin (T4) tüm nedenlere bağlı mortalite ve morbidite ile tirotropinden daha sık ilişkili olduğunu bulmuştur. Epidemiyolojik çalışmalarda bulunan bu ilişkiler, yazarları, bireysel hastada tiroid fonksiyon bozukluğunu teşhis etmek için T4'ün daha iyi bir seçim olduğu sonucuna varmaları konusunda kandırdı (53)

Tiroid hormonları ve KV olaylar açısından yapılan bazı çalışmalardan farklı sonuçlar elde edilmiştir. 3233 birey üzerinde yapılan KV sağlık çalışmasında, subklinik hipotiroidizmi hastalarda KV olaylarda artış gözlemlenmemiştir. Ek olarak, subklinik hipotiroidizmi ileri yaş hastalarda ve kadınlarda menopoza sonrası KVH ya da mortalite ihtimalini arttıran herhangi bir risk faktörünü açıklayamamışlardır (54).

## SONUÇ

KY ve MI gibi kardiyak koşullar ile tiroid hormonları etkileşim içerisindedir. Referans aralıkları dışındaki tiroid hormonu seviyeleri olumsuz gidişat hakkında bir belirteç olarak yardımcı olabilir. Deneysel hayvan modellerinde elde edilen veriler, tiroid hormon takviyesinin hem etkili hem de güvenli bir yöntem olabileceğini göstermektedir. Fakat rutin bir uygulamaya dönüşebilmesi için geniş kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır (18).

## AÇIKLAMALAR

**Finansal destek yoktur.**

**Çıkar çatışması yoktur.**

## KAYNAKLAR

1. Gao Y, Zhan T, Xu Y, et al. Causal association of TSH with ischemic heart diseases and heart failure: A 2-sample Mendelian randomization study. *Medicine (Baltimore)*. 2024;103(12):e37539. doi: 10.1097/MD.00000000000037539.
2. Decandia F. Risk factors for cardiovascular disease in subclinical hypothyroidism. *Ir J Med Sci*. 2018;187(1):39-43. doi: 10.1007/s11845-017-1617-9.
3. Ellervik C, Mora S, Kuş A, Åsvold B, Marouli E, Deloukaset P, et al. Effects of thyroid function on hemostasis, coagulation, and fibrinolysis: a mendelian randomization study. *Thyroid*. 2021;31(9):1305–15. doi: 10.1089/thy.2021.0055.
4. Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği, tiroid hastalıkları tanı ve tedavi klavuzu. Subklinik hipotiroidi. 4. Baskı. Tuna matbaacılık, Ankara. 2013.S.13-15.
5. Evron JM, Hummel SL, Reyes-Gastelum D, Haymart MR, Banerjee M, Papaleontiou M. Association of thyroid hormone treatment intensity with cardiovascular mortality among US Veterans. *JAMA Netw Open*. 2022;5(5):e2211863. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2022.11863.
6. Zhang H, Li X, Zhang N, Tian L. Effect of thyroid dysfunction on N-terminal pro-B-type natriuretic peptide levels: a systematic review and meta-analysis. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023;14(1):1083171. doi: 10.3389/fendo.2023.1083171.
7. Tan L, Bogush N, Naqvi E, et al. Thyroid hormone plus dual-specificity phosphatase-5 siRNA increases the number of cardiac muscle cells and improves left ventricular contractile function in chronic doxorubicin-injured hearts. *Theranostics*. 2021 Mar 4;11(10):4790-4808. doi: 10.7150/thno.57456.
8. Sinha RA, Singh BK, Yen PM. Direct effects of thyroid hormones on hepatic lipid metabolism. *Nat Rev Endocrinol*. 2018;14(5):259-269. doi: 10.1038/nrendo.2018.10.
9. Martinez F. Thyroid hormones and heart failure. *Heart Fail Rev*. 2016;21(4):361-4. doi: 10.1007/s10741-016-9556-5.
10. Mariusz W Szkudlinski 1, Valerie Fremont, Catherine Ronin, Bruce D Weintraub. Thyroid-stimulating hormone and thyroid-stimulating hormone receptor structure-function relationships. *Physiol Rev*. 2002;82(2):473-502. doi: 10.1152/physrev.00031.2001.
11. Batman A. Atherogenic Index of Plasma, Castelli Risk Index and Atherogenic Coefficient in the Assessment of Cardiovascular Disease Risk in Patients with Severe Hypothyroidism. *Journal of KU Faculty of Medicine*. 2021;23(3):505–513. doi: 10.4183/aeb.2023.333.
12. Delitala AP, Fanciulli G, Maioli M, Delitala G. Subclinical hypothyroidism, lipid metabolism and cardiovascular disease. *Eur J Intern Med*. 2017;38(1):17-24. doi: 10.1016/j.ejim.2016.12.015.
13. Rousset B, Dupuy C, Miot F, Dumont J, Feingold KR, Anawalt B. Chapter 2 Thyroid Hormone Synthesis And Secretion. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK285550/>. (Erişim tarihi:01.08.2024).
14. Turkey Endocrinology and Metabolism Association (TEMD) Thyroid Diseases Diagnosis and Treatment Guide. 2020.S.36–48.
15. Pearce SH, Brabant G, Duntas LH, et al. 2013 ETA guideline: management of subclinical hypothyroidism. *Eur Thyroid J*. 2013;2(4): 215-228.<https://doi.org/10.1159/000356507>.

16. Gauthier K, Flamant F. Nongenomic, TR $\beta$ -Dependent, Thyroid Hormone Response Gets Genetic Support. *Endocrinology*. 2014;155(9):3206-9. doi: 10.1210/en.2014-1597.
17. Garber JR, Cobin RH, Gharib H, et al. Woeber; American Association of Clinical Endocrinologists and American Thyroid Association Taskforce on Hypothyroidism in Adults., American Association of Clinical Endocrinologists and American Thyroid Association Taskforce on Hypothyroidism in Adults. Clinical practice guidelines for hypothyroidism in adults: cosponsored by the American Association of Clinical Endocrinologists and the American Thyroid Association. *Endocr. Pr. Endocr Pract*. 2012;18(6):988-1028. doi: 10.4158/EP12280.GL.
18. Jabbar A, Pingitore A, Pearce SHS, Zaman A, Iervasi G, Razvi S. Thyroid hormones and cardiovascular disease. *Nat Rev Cardiol*. 2017;14(1):39-55. doi: 10.1038/nrcardio.2016.174.
19. Paschou SA, Bletsas E, Stampouloglou PK, et al. Thyroid disorders and cardiovascular manifestations: an update. *Endocrine*. 2022;75(3):672-683. <https://doi.org/10.1007/s12020-022-02982-4>.
20. Saric MS, Jurasic MJ, Budincevic H, et al. The role of thyroid hormones in carotid arterial wall remodeling in women. *Rom J Intern Med*. 2022;60(1):24-33. doi: 10.2478/rjim-2021-0028.
21. Cai P, Peng Y, Chen Y, Wang Y, Wang X. Blood pressure characteristics of subclinical hypothyroidism: an observation study combined with office blood pressure and 24-h ambulatory blood pressure. *J Hypertens*. 2021;39(3):453-460. doi: 10.1097/HJH.0000000000002655.
22. Taylor PN, Albrecht D, Scholz A, et al. Global epidemiology of hyperthyroidism and hypothyroidism. *Nature Reviews Endocrinology*. 2018;14(5):301-316. doi: 10.1038/nrendo.2018.18.
23. Biondi B, Kahaly GJ. Cardiovascular involvement in patients with different causes of hyperthyroidism. *Nat Rev Endocrinol*. 2010;6(8):431-43. doi: 10.1038/nrendo.2010.105.
24. Ripoli A, Pingitore A, Favilli B, et al. Does subclinical hypothyroidism affect cardiac pump performance?: Evidence from a magnetic resonance imaging study. *JACC*. 2005;45(3):439-445. doi: 10.1016/j.jacc.2004.10.044.
25. Sgarbi JA, Villaca FG, Garbeline B, Villar HE, Romaldini JH. The Effects of Early Antithyroid Therapy for Endogenous Subclinical Hyperthyroidism in Clinical and Heart Abnormalities. 2003;88(4):1672-1677. doi: 10.1210/jc.2002-021046.
26. Biondi B, Palmieri EA, Fazio S, et al. Endogenous subclinical hyperthyroidism affects quality of life and cardiac morphology and function in young and middle-aged patients. *J. Clin. Endocrinol. Metab*. 2000;85(12):4701-4705. doi: 10.1210/jcem.85.12.7085.
27. Klein I, Ojamaa K. Thyroid hormone and the cardiovascular system. *N Engl J Med*. 2001;344(7):501-509. doi: 10.1056/NEJM200102153440707.
28. Osman F, Franklyn JA, Holder RL, Sheppard MC, Gammage MD. *JACC*. 2007;49(1):71-81. doi: 10.1016/j.jacc.2006.08.042.
29. Iervasi G, Molinaro S, Landi P, et al. Association Between Increased Mortality and Mild Thyroid Dysfunction in Cardiac Patients. *Arch Intern Med*. 2007;167(14):1526-1532. doi:10.1001/archinte.167.14.1526.
30. Taddei S, Caraccio N, Virdis A, et al. Impaired endothelium-dependent vasodilatation in subclinical hypothyroidism: beneficial effect of levothyroxine therapy. *J Clin Endocrinol Metab*. 2003;88(8):3731-7. doi: 10.1210/jc.2003-030039.32.
31. Nagasaki T, Inaba M, Kumeda Y, et al. Increased pulse wave velocity in subclinical hypothyroidism. *J Clin Endocrinol Metab*. 2006;91(1):154-8. doi: 10.1210/jc.2005-1342.
32. Dörr M, Empen K, Robinson DM, Wallaschofski H, Felix SB, Völzke H. The association of thyroid function with carotid artery plaque burden and strokes in a population-based sample from a previously iodine-deficient area. *European Journal of Endocrinology*. 2008;159(2):145-152. <https://doi.org/10.1530/EJE-08-0140>.
33. Asvold BO, Vatten LJ, Nilsen TIL, Bjørø T. The association between TSH within the reference range and serum lipid concentrations in a population-based study. The HUNT Study. *European Journal of Endocrinology*. 2007;156(2):181-186. <https://doi.org/10.1530/eje.1.02333>.
34. Chen S, Shauer A, Zwas DR, Lotan C, Keren A, Gotsman I. The effect of thyroid function on clinical outcome in patients with heart failure *Eur J Heart Fail*. 2014;16(2):217-26. doi: 10.1002/ehfj.42
35. Özcan Çetin EH, Çetin MS, Könte HC, et al. Monitoring of triglyceride/HDL and its role in predicting progressive arterial diseases and plaque morphology. *Turkish Clinical and Laboratory Journal*. 2019;10(4):467-473.
36. James SR, Ray L, Ravichandran K, Nanda SK. High atherogenic index of plasma in subclinical hypothyroidism: Implications in assessment of cardiovascular disease risk. *Indian J Endocrinol Metab*. 2016;20(5):656-661. doi: 10.4103/2230-8210.190550.

37. Iqbal A, Jorde R, Figenschau Y. Serum lipid levels in relation to serum thyroid-stimulating hormone and the effect of thyroxine treatment on serum lipid levels in subjects with subclinical hypothyroidism: the Tromsø Study. *J Intern Med*. 2006;260(1):53–61. doi: 10.1111/j.1365-2796.2006.01652.x.
38. Delitala AP, Pilia MG, Ferreli L, et al. Prevalence of unknown thyroid disorders in a Sardinian cohort. *Eur J Endocrinol*. 2014;171(1):143-9. doi: 10.1530/EJE-14-0182.
39. 40. Konstam MA. Progress in heart failure management? Lessons from the real world. *Circulation*. 2000;102(10):1076-8. doi: 10.1161/01.cir.102.10.1076.
40. Kannan L, Shaw PA, Morley MP, et al. Thyroid Dysfunction in Heart Failure and Cardiovascular Outcomes. *Circ Heart Fail*. 2018;11(12):e005266. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.118.005266.
41. Chaker L, Heeringa J, Dehghan A, et al. Normal Thyroid Function and the Risk of Atrial Fibrillation: the Rotterdam Study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2015;100(10):3718-24. doi: 10.1210/jc.2015-2480.
42. Xu Y, Derakhshan A, Hysaj O, et al. The optimal healthy ranges of thyroid function defined by the risk of cardiovascular disease and mortality: systematic review and individual participant data meta-analysis. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2023;11(10):743–754. doi: 10.1016/S2213-8587(23)00227-9.
43. Kim D, Vazquez-Montesino LM, Escobar JA, et al. Low thyroid function in nonalcoholic fatty liver disease is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality. *Am J Gastroenterol*. 2020;115(9):1496–504. doi: 10.14309/ajg.0000000000000654.
44. Siu CW, Yeung CY, Lau CP, Kung AWC, Tse HF. Incidence, clinical characteristics, and outcome of congestive heart failure as the initial presentation in patients with primary hyperthyroidism. *Heart*. 2007;93(4):483-7. doi: 10.1136/hrt.2006.100628.
45. Rivas M, Dennis J, Pena C, Kopel J, Nugent K. The association of hypertension and hyperthyroidism in a subspecialty clinic and a national data base. *South Med J*. 2020;113(12):607-611. doi: 10.14423/SMJ.0000000000001186.
46. Lillevang-Johansen M, Abrahamsen B, Jørgensen HL, Brix T.H, Hegedüs L. Duration of Hyperthyroidism and Lack of Sufficient Treatment Are Associated with Increased Cardiovascular Risk. *Thyroid*. 2019;29(3):332-340. doi: 10.1089/thy.2018.0320.
47. Yamakawa H, Kato TS, Noh JY, et al. Thyroid hormone plays an important role in cardiac function: From bench to bedside. *Front Physiol*. 2021;12(1):606931. doi: 10.3389/fphys.2021.606931.
48. Pingitore A, Nicolini G, Kusmic C, Iervasi G, Grigolini P, Forini F. Cardioprotection and thyroid hormones. *Heart Fail Rev*. 2016;21(4):391-9. doi: 10.1007/s10741-016-9545-8.
49. Rajagopalan V, Zhang Y, Ojamaa K, et al. Safe Oral Triiodo-L-Thyronine Therapy Protects from Post-Infarct Cardiac Dysfunction and Arrhythmias without Cardiovascular Adverse Effects. *PLoS One*. 2016;11(3):e0151413. doi: 10.1371/journal.pone.0151413.
50. Jung KY, Ahn HY, Han SK, Park YJ, Cho BY, Moon MK. Association between thyroid function and lipid profiles, apolipoproteins, and high density lipoprotein function. *J Clin Lipidol*. 2017;11(6):1347-1353. doi: 10.1016/j.jacl.2017.08.015.
51. Mourouzis I, Mantzouratou P, Galanopoulos G, et al. Dose-dependent effects of thyroid hormone on post-ischemic cardiac performance: potential involvement of Akt and ERK signaling. *Mol Cell Biochem*. 2012;363(1-2):235-43. doi: 10.1007/s11010-011-1175-9.
52. Chen YF, Weltman NY, Li X, Youmans S, Krause D, Gerdes AM. Improvement of left ventricular remodeling after myocardial infarction with eight weeks l-thyroxine treatment in rats. *J Transl Med*. 2013;11(1):40. doi: 10.1186/1479-5876-11-40.
53. Fitzgerald SP, Bean NG, Falhammar H, Tuke J. Clinical parameters are more likely to be associated with thyroid hormone levels than with thyrotropin levels: a systematic review and meta-analysis. *Thyroid*. 2020;30(12):1695–1709. doi: 10.1089/thy.2019.0535.
54. Hyland KA, Arnold AM, Lee JS, Cappola AR. Persistent subclinical hypothyroidism and cardiovascular risk in the elderly: the cardiovascular health study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013;98(2):533-40. doi: 10.1210/jc.2012-2180.