



# Robotik Cerrahi: Teknolojik Gelişmeler ve Ürolojik Cerrahideki Yeri

## *Robotic Surgery: Technological Developments and the Position in Urological Surgery*

Akif Erbin, Faruk Özgör, Murat Binbay

Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Üroloji Kliniği, İstanbul, Türkiye

### Öz

Çalışmamızda güncel teknolojik gelişmeler ile birlikte robotik cerrahinin üroloji alanındaki yeri tartışılmıştır. Son 15 yılda robotik cerrahi ile ilgili baş döndürücü gelişmeler yaşanmıştır. Bu gelişmelerde ürolojik cerrahi ön sıralarda yer almıştır. Üroloji pratiğinde, robotik cerrahinin getirmiş olduğu yenilikler sayesinde konvansiyonel laparoskopideki bazı teknik kısıtlılıkların üstesinden gelinmiştir. Özellikle konvansiyonel laparoskopinin rekonstrüksiyon gerektiren cerrahilerdeki teknik kısıtlılığı ve operasyon zorluğu robotik cerrahi ile anlamlı derecede çözüme kavuşmuştur. Bu üstün avantajlarına karşın yüksek maliyet yöntemin önemli dezavantajı olarak durmaktadır. Literatürde, robotik cerrahi ile ilgili tartışmaların odaklandığı temel nokta maliyettir. Gelecekte maliyet problemi ortadan kalkarsa robotik cerrahi özellikle parsiyel nefrektomi, piyeloplasti, radikal prostatektomi ve radikal sistektomi gibi daha fazla rekonstrüksiyon gerektiren cerrahiler için altın standart yöntem olacaktır.

**Anahtar Sözcükler:** Robotik cerrahi, teknolojik gelişmeler, ürolojide robot

### Abstract

In this study, we discuss the place of robotic surgery in urology in the light of the current technological developments. Within the past 15 years, unprecedented advances have been experienced in robotic surgery. Urology has been played an active role in these developments. Owing to innovations of robotic surgery, some technical limitations of conventional laparoscopy have been overcome. Especially, some technical limitations of conventional laparoscopic surgery requiring reconstruction and operational challenges have significantly been solved. Despite these superior advantages, high cost of the method is the most important disadvantage. In the literature, the cost-effectiveness is the main point of discussions about robotic surgery. In the future, if the cost problem is resolved, robotic surgery will be the gold standard of treatment for the operations, such as partial nephrectomy, pyeloplasty, radical prostatectomy and radical cystectomy, which require more complex reconstruction.

**Keywords:** Robotic surgery, technological developments, robot in urology

### Giriş

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA, Food and Drug Administration) tarafından 2000 yılında da Vinci robotik cerrahi sistemin (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, USA) onaylanmasının ardından geçen 15 yıllık süreçte, robotik cerrahi dünya çapında çok hızlı bir şekilde yaygınlaşmıştır. Bazı yazarlar bunu bir devrim olarak nitelerken, bazıları henüz konvansiyonel laparoskopiyeye belirgin üstünlüğünün kanıtlanmamış olması ve maliyet etkin bir cerrahi olmaması nedeni ile bunu endüstrinin hakimiyeti olarak görmektedirler (1). Bu teknolojinin hızlı yaygınlaşmasında robotik cerrahinin bazı avantajlarının

yanı sıra, konvansiyonel laparoskopinin bazı limitasyonları, cerrahlar ve hastalar tarafından çok ilgi çekici bir sistem olarak görülmesi ve pazar odaklı güçler etkili olmuştur. Bu gerçekler ışığında, çalışmamızda güncel teknolojik gelişmeler ile birlikte robotik sistemin ürolojik cerrahideki yeri ele alınacaktır.

### Robotik Cerrahinin Avantajları ve Dezavantajları

Günümüzde en çok kabul görmüş robotik sistem olan "master-slave" sistemi cerrahın uzaktan kumanda konsolunda oturarak robotu yönlendirmesinden ibarettir. Bu sistem cerrah için çok daha rahat bir ortam

sağlamaktadır. Robotik cerrahide dual 3-chip kamera ile elde edilen görüntü, büyütülmüş (10-12X) 3-boyutlu görüntü sağlar ve konvansiyonel laparoskopik 3-boyutlu sistemlere göre daha net derinlik algısı verir. EndoWrist teknoloji ile donanımlı robotik enstrümanlar vücut içi manevra ve sütür atma kabiliyetini oldukça geliştirmişlerdir. Bu sayede vücudun ulaşılması zor alanlarında konvansiyonel laparoskopiyeye göre çok daha rahat hareket imkanı elde edilir. Bu özellikle yoğun rekonstrüksiyon gerektiren cerrahilerde önemli avantaj sağlar. Bu avantajların yanısıra robotik cerrahi dünya çapında "tele cerrahi" gibi çok farklı bir perspektif sunmaktadır. Bu sayede, 2001 yılında Marescaux ve ark. (2) tarafından New York'tan 6115 km uzaklıkta olan Strasbourg'taki bir hastaya Zeus robotik sistemi ile "transatlantik robotik kolesistektomi" operasyonu yapılmıştır.

Maliyet yüksekliği ve dokunma hissinin olmaması robotik cerrahinin temel dezavantajlarıdır. Şimdiye kadar olan teknolojik gelişmeler göz önünde bulundurulduğunda, çok yakın gelecekte sonraki jenerasyon robotların tamamen his özelliği taşıyan robotlar olacağı öngörülebilir. Bu nedenle robotik cerrahinin en büyük problemi maliyet olarak kabul edilebilir. Literatürde diğer cerrahi seçenekler ile direkt maliyet karşılaştırması yapan sınırlı sayıda ve heterojen yapıda çalışmalar mevcuttur. Ancak mevcut çalışmalarda robotik cerrahinin bir çok operasyon için hem laparoskopiden hem de açık cerrahiden çok daha yüksek maliyetlere sahip olduğu gösterilmiştir (3,4). Hatta robotik cerrahinin hiçbir çeşitinin maliyet etkin bir cerrahi olmadığını bildiren raporlar da bildirilmiştir (5). Literatürde robotik cerrahi ile ilgili tartışmaların temel odaklandığı nokta maliyet etkinliktir. Maliyet probleminin ilerde çözülüp çözülemeyeceği konusu henüz belirsizdir. Ancak maliyetin nasıl azaltılabileceği ile ilgili bazı çalışmalar bulunmaktadır. Güncel bir çalışmada, ligasure ve damar mühürleyiciler gibi pahalı enstrümanlar yerine hem-o-lok klips vb. gibi daha ucuz malzemeler kullanılarak maliyetin %40 oranında azaltılabileceği gösterilmiştir (6). Bu şekilde olgu başı maliyet düşürülse dahi, sistemin kurulum maliyeti, yıllık bakım maliyeti ve robotik kol maliyetleri gözönünde bulundurulduğunda, maliyet etkinlik probleminin uzunca bir süre devam edeceği düşünülmektedir. Gelecekte, yeni jenerasyon modellerin yaygınlaşması ile birlikte ilk jenerasyon modellerin maliyetleri azalabilir.

## Robotik Cerrahideki Güncel Teknolojik Gelişmeler ve Gelecek

### Yeni Jenerasyon Robotlar

Intuitive Surgical Inc. tarafından piyasaya sürülen da Vinci Xi modeli, eski modellere göre daha uzun şaftlı ve daha ince enstrümanlara sahiptir. Bu sayede birçok anatomik boşlukta çok daha kolay manevra imkanı sunmaktadır.

İnceltirilmiş 8 mm kamera sayesinde farklı portlardan dolayısıyla farklı açılardan görüntü sağlanabilmektedir. Kamera ve yeni kol yapısı ile yeniden pozisyon verilmeksizin farklı alanlarda eş zamanlı cerrahi yapılabilmektedir (Resim 1). Eindhoven Teknoloji Üniversitesi tarafından geliştirilen ve taşınabilir bir robot olan Sofie (Surgeon's Operating Force-Feedback Interface Eindhoven), kollardaki dokunma duyularını (güç geri bildirimleri) birleştirir; bu sayede cerraha enstrümanlar tarafından uygulanan gücü hissetme imkanı sunar (Resim 2). Bu gelişme gelecekte his özelliği taşıyacak olan robotlar için ilk adım olarak düşünülebilir. Titan Medical Inc. (Toronto, Ontario, Canada) tarafından geliştirilen ve telemanipülatörün entegre edildiği Amadeus ile Washington Üniversitesi tarafından geliştirilen Raven robotik sistemler gelecekte tele-operasyonları kolaylaştırmak için tasarlanmışlardır.

### Yeni Enstrümanlar

Robotik cerrahi esnasında doku karakteri ve patoloji hakkında eş zamanlı bilgi sahibi olmak için çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Doku oksijenizasyonu ve iskemiye



Resim 1. da Vinci xi sistem



Resim 2. Sofia robotik sistem

belirlemek için ışık yayan diyot entegre edilmiş enstrümanlar geliştirilmektedir (7). Stealth Station System (Medtronic Inc., USA) tarafından dizayn edilen "Robotik Eş Zamanlı Görüntü Birleştirme Sistemi" X-ray, bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme ve ultrasonografi gibi görüntüleme yöntemlerinin robota kombine edilmesidir (8). Bu sayede cerrahi sırasında eş zamanlı aşama aşama görüntü alınabilmektedir. Aynı mantıkla elastografi, spektroskopi, histolojik tarama ya da nanopartiküller gibi diğer teknolojilerin entegrasyonu ile operasyon sırasında eş zamanlı patolojik sınırlar (örneğin; cerrahi sınır) ve dokunun patoloji karakterleri belirlenebilecektir. Bu gelişmeler sonucunda, gelecekte belki de ameliyat sonrası patolojik incelemeye ihtiyaç kalmayacaktır.

"ProPep Sinir Belirleme Sistemi" cerrahi sırasında makroskopik olarak görünmeyen sınırları belirlemeye yönelik üzerinde çalışılan bir sistemdir. Bu sayede sinir koruyucu cerrahinin başarısı artırılabilir ve operasyon sonrası erektil disfonksiyon, inkontinans gibi komplikasyonlar tarih olabilir. Diğer üzerinde çalışılan teknoloji operasyon sırasında sis, kanama ve debris birikimi nedeni ile görüntünün kaybolması üzerinedir. Flosshield teknoloji lens üzerinde karbondioksit bariyeri oluşturarak, lensi otomatik ve hızlı şekilde temizleyerek bu problemin üstesinden gelmeyi amaçlamaktadır. Umut verici bu çalışmalar sayesinde, belki de gelecekte yoğun kanama olduğu sırada açık cerrahiye geçme yerine, kan dolu alanın içerisinde sütür atılabilecektir. Henüz çok yeni olan bu çalışmalar ile ilgili şu an literatür bilgisi mevcut değildir.

### **Robotik Laparo-Endoskopik Tek Taraflı Cerrahi ve Robotik Doğal Menfezden Transluminal Endoskopik Cerrahi**

Kıvrımlı yılan benzeri kollar ve spider cerrahi sistem laparo-endoskopik tek taraflı cerrahi (laparoendoscopic single site surgery - LESS) ve doğal menfezden transluminal endoskopik cerrahi (natural orifice transluminal endoscopic surgery - NOTES) için dizayn edilmişlerdir. Bu cerrahilerin konvansiyonel laparoskopik ekipmanlar ile teknik açıdan oldukça zor olmasından dolayı, robotik-LESS (R-LESS) ve robotik-NOTES (R-NOTES) fikri ortaya atılmıştır. İlk olarak 2009'da, Cleveland Klinik İleri Laparoskopik ve Robotik Cerrahi Merkezi'nden Kaouk ve ark. (9) tarafından da Vinci S robot (Intuitive, Sunnyvale, CA, USA) ve çok kanallı single port (R-port, Advanced Surgical Concepts, Dublin, Ireland) kullanılarak radikal prostatektomi, radikal nefrektomi ve dismembred piyeloplasti olguları sunulmuştur. Aynı yazar tarafından 2011'de sunulan çok merkezli analizde, 1076 LESS olgusunun %13'ünde R-LESS uygulandığı rapor edilmiştir (10). Sonraki süreçte çeşitli merkezler deneyimlerini yayınlamışlardır. Ancak literatürdeki çalışmaların hiçbiri randomize-prospektif nitelikte değildir. Mevcut çalışmalarda, R-LESS'in konvansiyonel LESS'e göre

vücut içi sütür atma, aletlerin açıldırılması ve diseksiyon bakımından bazı avantajlarının olduğu gösterilmiştir. Buna karşın R-LESS aletlerin çarpışması, asistan için yeterli manevra alanının olmaması ve giriş için daha büyük insizyon gerektirmesi gibi dezavantajlara sahiptir (11). Bu problemlerin üstesinden gelebilmek için yeni jenerasyon da Vinci Single-site™ geliştirilmiştir (Resim 3). Ancak sistem henüz ileri test aşamasındadır. Benzer amaçla Columbia Üniveritesi tarafından R-LESS için yerleştirilebilir robotik uç kollar (YRUK-insertable robotic end effectors) platformu dizayn edilmiştir (Resim 4). On beş mm insizyondan karın içerisine yerleştirilebilen YRUK platformun fark oluşturan özellikleri; iki segmente bölünmemiş, paralel kinematik yapıda çok yüksek manevra kabiliyeti olan kollara sahip olması ve toplam ağırlığının toplam 8,2 kg olmasıdır. Şu an hayvan modelleri üzerinde deneme aşamasında olan sistem gelecekte R-LESS için oldukça umut verici olarak durmaktadır (12,13). Bununla birlikte endoskopik olarak yerleştirilen ve kablosuz olarak dışardan kontrol edilebilen intraabdominal minyatür robotlar üzerinde çalışmalar hızlı bir şekilde devam etmektedir (14). Ancak henüz literatür bilgisi mevcut değildir.



**Resim 3.** da Vinci single-site robotik sistem



**Resim 4.** Yerleştirilebilir robotik uç kollar single-site robotik sistem

R-NOTES ile ilgili henüz çok kısıtlı veri bulunmaktadır. Transvajinal R-NOTES nefrektomi, transrektal R-NOTES nefrektomi ve adrenalektominin kadavra modellerinde uygulanabilirliği yakın geçmişte gösterilmiştir (15,16). Bunun yanı sıra 2012 yılında transvajinal hibrid NOTES robotik donör nefrektomi olgusu bildirilmiştir (17).

### Ürolojide Robotik Cerrahinin Yeri

Robotik cerrahinin ürolojide uygulandığı başlıca operasyonlar radikal nefrektomi, parsiyel nefrektomi, basit nefrektomi, donör nefrektomi, piyeloplasti, adrenalektomi, üreteroneosistostomi, radikal prostatektomi, radikal sistektomi/neobladder ve sakrokolpopeksidir. Bu bölümde robotun yaygın kullanıldığı operasyonlar ele alınacaktır.

### Robotik Yardımlı Radikal Nefrektomi

Literatürde robotik yardımlı radikal nefrektomi (RRN) ile laparoskopik radikal nefrektomi (LRN) prospektif nitelikte karşılaştıran tek çalışmada benzer komplikasyon oranları (%18) ve RRN'nin daha uzun operasyon süresine sahip olduğu rapor edilmiştir. Çalışmada ayrıca lokalize renal hücreli karsinom (renal cell carcinoma RCC) için RRN'nin LRN üzerine belirgin bir üstünlüğünün olmadığı vurgulanmıştır (18). Onkolojik ve fonksiyonel uzun dönem verilerinin olmaması ve yüksek maliyetler göz önünde bulundurulduğunda RRN'nin teknik gereksinim açısından bir over-treatment olduğu düşünülebilir. Bununla birlikte bazı yazarlar RRN'nin robotik yardımlı parsiyel nefrektomi (RPN) gibi daha komplike ve daha fazla rekonstrüksiyon gerektiren cerrahiler için yararlı bir egzersiz platformu olabileceğini savunmaktadırlar (19).

### Robotik Yardımlı Parsiyel Nefrektomi

İlk RPN raporu 2004 yılında yayınlanmıştır (20). Geçen süreçte olgu serileri, karşılaştırmalı çalışmalar ve metaanaliz çalışmaları yayınlanmıştır. Literatürde 400 olgu içeren en büyük tek merkez RPN serisinde %2,7 intraoperatif, %15,3 postoperatif komplikasyon oranları bildirilmiş, bunların çoğunluğunun düşük dereceli komplikasyonlar olduğu rapor edilmiştir (21). RPN ile laparoskopik parsiyel nefrektomi (LPN) karşılaştırıldığında erken dönem onkolojik sonuçlar, morbidite, hastanede kalış süresi, operasyon süresi, intraoperatif kan kaybı ve açığa geçme oranları bakımından benzer sonuçlar bildirilmiştir. Bununla birlikte RPN daha kısa sıcak iskemik süresine sahiptir (22). Tüm bu verilere dayanarak RPN'nin, LPN'ye geçerli bir alternatif olduğu söylenebilir. Ancak RPN'nin uzun dönem onkolojik sonuçları ve böbrek fonksiyonları üzerine etkileri ile ilgili henüz yeterli veri bulunmamaktadır. Gelecekte RPN'nin uzun dönem sonuçlarının yayınlanması ile birlikte LPN'nin yerini alabileceği tahmin edilebilir.

### Robotik Yardımlı Piyeloplasti

Robotik yardımlı piyeloplasti (RP) ve laparoskopik piyeloplasti operasyon süresi, başarı ve komplikasyon oranları açısından benzer sonuçlara sahiptir. Ancak bu sonuçların çoğu pediatrik çalışmalardan gelmektedir (23). Erişkinde RP ile ilgili veriler oldukça kısıtlıdır. RP'nin yerinin netleşmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

### Robotik Yardımlı Laparoskopik Radikal Prostatektomi

Ürolojide robotik cerrahi denildiğinde ilk akla gelen ve robotun en yaygın kullanıldığı operasyon radikal prostatektomidir. İlk olarak 2000 yılında Binder ve Kramer (24) tarafından robotik yardımlı laparoskopik radikal prostatektominin (R-LRP) tanımlanmasından sonra bir çok gelişmiş merkezde lokalize prostat kanserinin yönetiminde R-LRP standart yaklaşım haline gelmiştir. Ancak literatürde R-LRP'yi LRP ve altın standart kabul edilen açık radikal prostatektomi (ARP) ile karşılaştıran, kanıt düzeyi 1 olan çalışma bulunmamaktadır. Verilerin çoğunluğu kanıt düzeyi 2 ve 3 olan çalışmalardan gelmektedir.

R-LRP'nin uzun dönem onkolojik sonuçları (biyokimyasal rekürrens, hastalısız sağkalım) ile ilgili yeterli veri bulunmamaktadır. Bu nedenle şu anda R-LRP'nin onkolojik etkinliğini değerlendirmek için en geçerli parametre cerrahi sınır pozitifliği olarak kabul edilmektedir. Yapılan iyi dizayn edilmiş çalışmaların metaanalizlerinde R-LRP'nin diğer iki teknik ile benzer ya da daha düşük cerrahi sınır pozitifliğine sahip olduğu rapor edilmiştir (25,26). Orta dönem (5 yıllık) onkolojik sonuçların (biyokimyasal rekürrensiz sağkalım) analiz edildiği retrospektif çalışmada her üç teknik arasında fark bildirilmemiştir (27).

R-LRP'nin ARP'ye göre daha az kan kaybı ve daha az transfüzyon oranlarına sahip olduğu, operasyon sonrası genel komplikasyonlar açısından minimal avantajı olduğu rapor edilmiştir (28). R-LRP'nin LRP ve ARP'den temel üstünlüğü fonksiyonel sonuçlar (kontinans ve erektil fonksiyon iyileşmesi) üzerinedir. Coelho ve ark. (26) tarafından yapılan iyi dizayn edilmiş karşılaştırmalı çalışmaların metaanalizinde, R-LRP'nin 12 aylık takipte daha yüksek ortalama kontinans (R-LRP: %92, LRP: %84,8; ARP: %79) ve potens oranlarına (bilateral sinir koruyucu R-LRP: %93,5; bilateral sinir koruyucu LRP: %54) sahip olduğu rapor edilmiştir. Ficarra ve ark. (29) tarafından yapılan güncel metaanaliz çalışmalarında da benzer sonuçlar bildirilmiştir (30). Bahsedilen tüm bu domainler (kontinans, potens, komplikasyonlar ve onkolojik veriler) üzerine, cerrahin tecrübesinin ve kliniğin olgu volümünün güçlü prediktif faktörler olduğu gözönünde bulundurulmalıdır (31).

Henüz kanıt düzeyi 1 olan çalışma olmamasına ve çok daha yüksek maliyetlere rağmen, robotik sistemin kurulu olduğu bir çok klinikte radikal prostatektomi olguları

konvansiyonel laparoskopisi ya da açık cerrahi yerine robotik cerrahi ile yapılmaktadır. Bunda etkili olan temel faktörler; açık cerrahinin morbiditesi, konvansiyonel laparoskopinin radikal prostatektomideki zorluğu, R-LRP'nin fonksiyonel sonuçlarının daha iyi olması ve cerrahların robotik sistemi daha fazla benimsemeleridir.

### Robotik Yardımlı Radikal Sistektomi

İlk olarak 2003 yılında Prof. Menon ve ark. (32) tarafından uygulanmasının ardından robotik yardımcı radikal sistektominin (RRS) uygulanabilirliği ve güvenilirliği mevcut çalışmalar ile gösterilmiştir. Toplam 962 olgunun olduğu 14 çalışmanın güncel bir metaanalizinde, RRS'nin açık radikal sistektomiye göre kan kaybı, perioperatif transfüzyon oranı, perioperatif komplikasyonlar, daha fazla lenf nodu çıkarılması ve hastanede kalış açılardan avantajlı olduğu ancak daha uzun operasyon sürelerine sahip olduğu bildirilmiştir (33).

RRS'de üriner diversiyon intrakorporal ya da ekstrakorporal olarak yapılabilmektedir. Uluslararası robotik sistektomi konsersiyumu tarafından yapılan karşılaştırmalı çalışmada, intrakorporal diversiyonun operasyon sonrası ilk 90 gün içerisinde daha düşük komplikasyon riski ile birlikte olduğu rapor edilmiştir (34). Diversiyon tekniği seçimi cerrahın tecrübesine ve tercihine bağlıdır. Ancak çoğu merkezde intrakorporal yöntemin zorluğundan ve komplike olmasından dolayı mini laparotomi ile ekstrakorporal diversiyon tercih edilmektedir.

Günümüzde kas invaziv mesane kanserinde ve seçilmiş hastalarda yüksek riskli kas invaziv olmayan mesane kanserinde altın standart yöntem halen pelvik lenf nodu diseksiyonu ile birlikte açık radikal sistektomi olarak kabul edilmektedir. RRS, perioperatif ve uzun dönem komplikasyonlar açısından açık radikal sistektomi ile karşılaştırılabilir. Ancak RRS'nin uzun dönem onkolojik güvenliği ile etkinliği ile ilgili net veri yoktur. Gelecekte uzun dönem onkolojik sonuçları ile birlikte ürolojik cerrahideki yeri netleşecektir.

### Robotik Yardımlı Sakrokolpopeksi

Robotik sakrokolpopeksi (RS) ile açık ve laparoskopik tekniği karşılaştıran çalışmalar oldukça sınırlıdır. Mevcut çalışmalarda RS'nin güvenli ve etkin olduğu, açık teknik ile benzer kür oranlarına (%95-100) sahip olduğu, açık teknikten daha hızlı iyileşme süresine ve daha az morbiditeye sahip olduğu gösterilmiştir (35). RS'yi konvansiyonel laparoskopisi ile karşılaştıran tek randomize kontrollü çalışmada bir yıllık takipte fonksiyonel sonuçlar açısından herhangi bir fark bulunamamıştır (36). RS'nin yerinin tam olarak netleşmesi için özellikle konvansiyonel laparoskopisi ile karşılaştırmalı uzun dönem verilere ihtiyaç duyulmaktadır.

### Sonuç

Robotik cerrahi bir çok branşta olduğu gibi ürolojik operasyonlar için de çok farklı bir perspektif sunmaktadır. Bu bağlamda, hızla globalleşen dünyada özellikle tele-cerrahi gelecek yıllarda çok daha fazla gündeme gelecektir. Robotik cerrahin ilk uygulanmasından sonra geçen 15 yıllık süreçte ürolojik uygulamalardaki yeri ve konumu netleşmeye başlamıştır. Özellikle daha fazla rekonstriksiyon gerektiren ürolojik cerrahilerde diğer yöntemlere önemli avantajlar sağladığı görülmüştür. Temel dezavantaj olan maliyet etkinliği tüm robotik cerrahiler için tartışma konusudur. Yeni çıkan teknolojiler maliyet yükünü de beraberinde getirecektir. Ancak zamanla daha eski jenerasyon sistemlerin toplam maliyetlerinde azalma görülebilir. Gelecekte, maliyet problemi kaydederken ölçüde ortadan kalkarsa, özellikle parsiyel nefrektomi, piyeloplasti, radikal prostatektomi ve radikal sistektomi gibi yoğun rekonstriksiyon gerektiren ürolojik operasyonlar için robotik cerrahi altın standart yöntem olacaktır.

### Etik

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu dışındaki kişilerce değerlendirilmiştir.

### Yazarlık Katkıları

Konsept: Murat Binbay, Dizayn: Murat Binbay, Veri Toplama veya İşleme: Faruk Özgör, Analiz veya Yorumlama: Akif Erbin, Literatür Arama: Faruk Özgör, Yazan: Akif Erbin.

Çıkar Çatışması: Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Çalışmamız için hiçbir kurum ya da kişiden finansal destek alınmamıştır.

### Kaynaklar

1. Kaye DR, Mullins JK, Carter HB, et al. Robotic surgery in urological oncology: patient care or market share? *Nat Rev Urol* 2015;12:55-60.
2. Marescaux J, Leroy J, Gagner M, et al. Transatlantic robot-assisted telesurgery. *Nature* 2001;413:379-80.
3. Yang DY, Monn MF, Bahler CD, et al. Does robotic assistance confer an economic benefit during laparoscopic radical nephrectomy? *J Urol* 2014;192:671-6.
4. Yu HY, Hevelone ND, Lipsitz SR, et al. Use, costs and comparative effectiveness of robotic assisted, laparoscopic and open urological surgery. *J Urol* 2012;187:1392-8.
5. Lotan Y. Is robotic surgery cost-effective: no. *Curr Opin Urol* 2012;22:66-9.
6. Delto JC, Wayne G, Yanes R, et al. Reducing robotic prostatectomy costs by minimizing instrumentation. *J Endourol* 2015;29:556-60.
7. R. P. Roan, S. A, et al. An Instrumented Minimally Invasive Surgical Tool: Design and Calibration. *Applied Bionics and Biomechanics* 2011;8:173-90.

8. Eljamel S, Petersen M, Valentine R, et al. Comparison of intraoperative fluorescence and MRI image guided neuronavigation in malignant brain tumours, a prospective controlled study. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2013;10:356-61.
9. Kaouk JH, Goel RK, Haber GP, et al. Robotic single-port transumbilical surgery in humans: initial report. *BJU Int* 2009;103:366-9.
10. Kaouk JH, Autorino R, Kim FJ, et al. Laparoendoscopic single-site surgery in urology: worldwide multi-institutional analysis of 1076 cases. *Eur Urol* 2011;60:998-1005.
11. Samarasekera D, Kaouk JH. Robotic single port surgery: Current status and future considerations. *Indian J Urol* 2014;30:326-32.
12. Ding J, Goldman RE, Xu K, et al. Design and Coordination Kinematics of an Insertable Robotic Effectors Platform for Single-Port Access Surgery. *IEEE ASME Trans Mechatron* 2013:1612-24.
13. Simaan N, Bajo A, Reiter A, et al. Lessons learned using the insertable robotic effector platform (IREP) for single port access surgery. *J Robot Surg* 2013;7:235-40.
14. Morgan M, Olweny EO, Cadeddu JA. LESS and NOTES instrumentation: future. *Curr Opin Urol* 2014;24:58-65.
15. Laydner H, Autorino R, Isac W, et al. Robotic retroperitoneal transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery (NOTES) nephrectomy: feasibility study in a cadaver model. *Urology* 2013;81:1232-7.
16. Eyraud R, Laydner H, Autorino R, et al. Robot-assisted transrectal hybrid natural orifice transluminal endoscopic surgery nephrectomy and adrenalectomy: initial investigation in a cadaver model. *Urology* 2013;81:1090-4.
17. Kaouk JH, Khalifeh A, Laydner H, et al. Transvaginal hybrid natural orifice transluminal surgery robotic donor nephrectomy: first clinical application. *Urology* 2012;80:1171-5.
18. Hemal AK, Kumar A. A prospective comparison of laparoscopic and robotic radical nephrectomy for T1-2N0M0 renal cell carcinoma. *World J Urol* 2009;27:89-94.
19. Rogers C, Laungani R, Krane LS, et al. Robotic nephrectomy for the treatment of benign and malignant disease. *BJU Int* 2008;102:1660-5.
20. Gettman MT, Blute ML, Chow GK, et al. Robotic-assisted laparoscopic partial nephrectomy: technique and initial clinical experience with DaVinci robotic system. *Urology* 2004;64:914-8.
21. Kaouk JH, Khalifeh A, Hillyer S, et al. Robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy: step-by-step contemporary technique and surgical outcomes at a single high-volume institution. *Eur Urol* 2012;62:553-61.
22. Aboumarzouk OM, Stein RJ, Eyraud R, et al. Robotic versus laparoscopic partial nephrectomy: a systematic review and meta-analysis. *Eur Urol* 2012;62:1023-33.
23. Sukumar S, Sun M, Karakiewicz PI, et al. National trends and disparities in the use of minimally invasive adult pyeloplasty. *J Urol* 2012;188:913-8.
24. Binder J, Kramer W. Robotically-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *BJU Int* 2001;87:408-10.
25. Tewari A, Sooriakumaran P, Bloch DA, et al. Positive surgical margin and perioperative complication rates of primary surgical treatments for prostate cancer: a systematic review and meta-analysis comparing retropubic, laparoscopic, and robotic prostatectomy. *Eur Urol* 2012;62:1-15.
26. Coelho RF, Rocco B, Patel MB, et al. Retropubic, laparoscopic, and robot-assisted radical prostatectomy: a critical review of outcomes reported by high-volume centers. *J Endourol* 2010;24:2003-15.
27. Magheli A, Gonzalgo ML, Su LM, et al. Impact of surgical technique (open vs laparoscopic vs robotic-assisted) on pathological and biochemical outcomes following radical prostatectomy: an analysis using propensity score matching. *BJU Int* 2011;107:1956-62.
28. Novara G, Ficarra V, Rosen RC, et al. Systematic review and meta-analysis of perioperative outcomes and complications after robot-assisted radical prostatectomy. *Eur Urol* 2012;62:431-52.
29. Ficarra V, Novara G, Rosen RC, et al. Systematic review and meta-analysis of studies reporting urinary continence recovery after robot-assisted radical prostatectomy. *Eur Urol* 2012;62:405-17.
30. Ficarra V, Novara G, Ahlering TE, et al. Systematic review and meta-analysis of studies reporting potency rates after robot-assisted radical prostatectomy. *Eur Urol* 2012;62:418-30.
31. Montorsi F, Wilson TG, Rosen RC, et al. Best practices in robot-assisted radical prostatectomy: recommendations of the Pasadena Consensus Panel. *Eur Urol* 2012;62:368-81.
32. Menon M, Hemal AK, Tewari A, et al. Nerve-sparing robot-assisted radical cystoprostatectomy and urinary diversion. *BJU Int* 2003;92:232-6.
33. Li K, Lin T, Fan X, et al. Systematic review and meta-analysis of comparative studies reporting early outcomes after robot-assisted radical cystectomy versus open radical cystectomy. *Cancer Treat Rev* 2013;39:551-60.
34. Ahmed K, Khan SA, Hayn MH, et al. Analysis of intracorporeal compared with extracorporeal urinary diversion after robot-assisted radical cystectomy: results from the International Robotic Cystectomy Consortium. *Eur Urol* 2014;65:340-7.
35. Geller EJ, Siddiqui NY, Wu JM, et al. Short-term outcomes of robotic sacrocolpopexy compared with abdominal sacrocolpopexy. *Obstet Gynecol* 2008;112:1201-6.
36. Paraiso MF, Jelovsek JE, Frick A, et al. Laparoscopic compared with robotic sacrocolpopexy for vaginal prolapse: a randomized controlled trial. *Obstet Gynecol* 2011;118:1005-13.