



# Robotik Cerrahinin Ürolojide Dünü, Bugünü ve Yarını

Uzm. Dr. Osman Can  
Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi Üroloji Kliniği

Prof. Dr. Fatih Altunrende  
Prof. Dr. Cemil Taşcıoğlu Şehir Hastası Üroloji Kliniği

Doç. Dr. Eyüp Veli Küçük  
Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi  
Üroloji Kliniği

Prof. Dr. Ateş Kadioğlu  
İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi Üroloji Anabilim Dalı -  
Androloji Bilim Dalı



## **Sunuş**

Değerli Meslektaşlarımız ve Tıpta Uzmanlık Öğrencileri,

Türk Üroloji Derneği eğitim, bilim ve teknoloji politikası çerçevesinde TÜAK tarafından koordine edilen kitap dizisinden “Robotik Cerrahinin Ürolojide Dünü, Bugünü ve Yarını” kitapçığı meslektaşlarımız ve tıpta uzmanlık öğrencilerinin kullanımına sunulmuştur. Tıpta / Ürolojide üretilen bilginin yarılanma süresi beş yıl olup güncel bilginin meslektaşlarımıza ve tıpta uzmanlık öğrencilerine kısa sürede ve evrensel bilgi ışığında ulaştırılması önem kazanmaktadır.

“Robotik Cerrahinin Ürolojide Dünü, Bugünü ve Yarını” kitapçığı, Uzm.Dr. Osman Can, Prof. Dr. Fatih Altunrende, Doç. Dr. Eyüp Veli Küçük ve Prof. Dr. Ateş Kadioğlu editörlüğünde hazırlanmıştır. Yayına katkıda bulunan yazarlara teşekkür ederken kitabın meslektaşlarımıza / tıpta uzmanlık öğrencilerine katkısına olan inancımızın tam olduğunu vurgulamak isteriz.

Yayıncılıkta ilk kitapları / dergileri hazırlamak zor; bu yayınları devam ettirmek ise daha da zordur. TÜAK tarafından başlatılan ve koordine edilen bu yayınların elektronik versiyonları da oluşturulmuş ve kullanıma sunulmuştur. Saygılarımızla.

**Dr. Ateş Kadioğlu**

Türk Üroloji Akademisi Koordinatörü

**Dr. Faruk Yağcı**

Türk Üroloji Derneği Başkanı

### **Robotik Cerrahinin Ürolojide Dünü, Bugünü ve Yarını**

İnsanlığın başlangıcından beri belirli görevlerde yardımcı olması amacıyla bazı araçlar üretilmeye çalışılmıştır. Eski çağlardaki çok basit bir kesici aletten günümüzdeki en karmaşık sanayi teknolojisine kadar insanoğlu her zaman yapacağı işi kolaylaştırmaya çalışmıştır. Amaç her zaman insan gücünden tasarruf ederek yapılacak işi daha hızlı ve kolay yapabilmek olmuştur. İnsan gücünün yapmakta zorlandığı ya da yapamayacağı eylemlerin bir robot yardımıyla yapılması fikri insanoğlunu her zaman heyecanlandırmıştır. Robot kelimesi Çekce'deki 'robota' kelimesinden türemiş olup 'işgücü, emek' gibi anlamlar taşımaktadır. Robot kelimesi ilk olarak 1920'de Çek yazar Karel Capek'in 'Rossum'un evrensel robotları' isimli sahne oyununda geçmiştir.<sup>1</sup> Capek oyununda robotlara yüklediği potansiyeli 'insanlar robotu yapar, robotlar insanı öldürür' olarak tanımlamıştır. Isaac Asimov'un 1941'de ilk kez 'robotik' kelimesini kullanmasıyla güçlü endüstriyel robotların gelişimi için ilk temel adımlar atılmıştır.<sup>2</sup>

20.yüzyılda robot ile ilgili böyle söylemlerin olmasına rağmen ilk primitif robotik icatlar, 12.yüzyılda Artuklu beyliği zamanında yaşamış, El- Cezeri'ye kadar dayanmaktadır.<sup>3</sup> El-Cezeri günümüze kadar ulaşan El Câmi-u'l Beyn'el İlmî ve El-Amelî'en Nâfi fî Sınâ'ati'l Hiyel isimli kitabında, yaptığı robotik aletlerin nasıl yapıldığından işleyişine kadar ayrıntılı bilgiler vermiştir.<sup>4</sup> El-Cezeri yerçekimi, hidrodinamik, basınç, çarklı sistemler ve şamandıra gibi teknikleri kullanarak basit işleri yapabilen 50 civarında robotik mekanizma icat etmiştir. Bunların arasında kan toplama tankı gibi tıbbi işlevleri olanlar da yer almaktadır. Ayrıca günümüz motorlu araçlarda kullanılan krank ve kam şaftının prototipini ilk kez yine El-Cezeri kullanmıştır.<sup>5 6 7</sup> Sonraki yıllarda Avrupa'nın birçok merkezinde ders kitabı olarak okutulan El-Cezeri'nin bu eseri sanayi devriminin de temelini atılmasında etkili olmuştur.

1962'de Unimate isimli ilk endüstriyel robotun geliştirilmesi ve ardından 1970'lerde Scara isimli ikinci jenerasyon robotun geliştirilmesi ile robotik endüstri alanında önemli adımlar atılmıştır. Cerrahi alanında kullanılan robotik cihazlar endüstriyel alanda kullanılan robotlardan oldukça farklıdır. Cerrahi robotik cihazlar genellikle daha nazik, yavaş ve oldukça güvenli manevralara sahip olması gerekirken endüstriyel robotlar ise daha hızlı, güçlü ve genellikle tekrarlayan manevralara sahiptir. Robotik cihazlar medikal cerrahi alanında 1990'lı yılların başlarında kullanılmaya başlanmıştır. PUMA 200 isimli robot beyin tümörü olan çocuklarda tümör rezeksiyonu sırasında kullanılırken,

## Robotik Cerrahinin Ürolojide Dünü, Bugünü ve Yarını



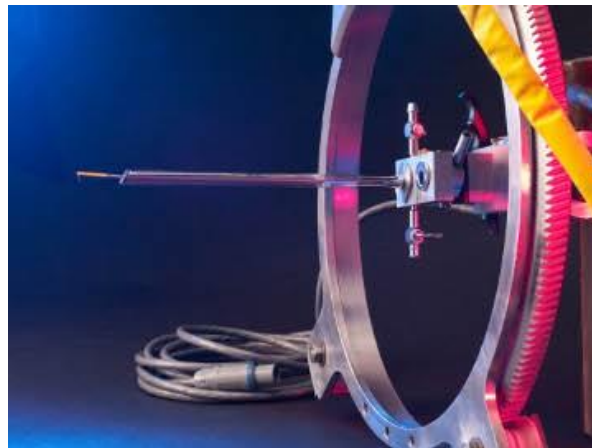
PUMA 200



ROBODOC™

ortopedik cerrahide kullanılan ROBODOC™ ise diz ve kalça operasyonlarında femur kanalının frezlenmesi amacıyla kullanılmıştır.<sup>8 9</sup>

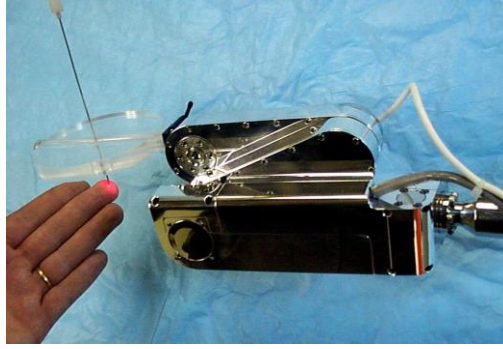
Ürolojide robotik cihazın ilk klinik kullanımı 1989'da John Wickham tarafından olmuştur.<sup>10</sup> Wickham'ın geliştirdiği PROBOT isimli robotik düzenek prostatın transüretal rezeksiyonu (TUR-P) amacıyla dizayn edilmiştir. Dakikada 40.000 devir ile dönen bir bıçak ve aspiratör aparatına sahip PROBOT'un TUR-P operasyonlarında hızlı ve uygulanabilir olduğu gösterilmiştir.<sup>11</sup> PROBOT hiç seri üretime geçmemiş olmasına rağmen klinik olarak kullanılan ilk otomatikleştirilmiş robotik cihazdır.



PROBOT

## Robotik Cerrahinin Ürolojide Dünü, Bugünü ve Yarını

Ürolojideki telerobotiklerin ilk örneklerinden birisi ise 1996'da perkütan nefrolitotomi operasyonu sırasında kullanılan Perkütan Böbrek Girişi (PAKY) robotudur. Operasyon masasına monte edilebilen bu robot, böbreğe perkütan yolla iğne yerleştirilmesinin fluoroskopi ve bilgisayarlı tomografi eşliğinde uygulanmasına da imkân vermiştir. Bu robotik cihaz ile perkütan nefrolitotomi ve böbrek doku biyopsisi girişimleri cihazın uzaktan kontrol



PAKY

edilmesiyle başarılı şekilde gerçekleştirilmiştir. Robotik perkütan girişlerin kullanıldığı bir klinik çalışmada insanın yaptığı girişten anlamlı şekilde daha başarılı olduğu gösterilmiştir.<sup>12</sup> Ayrıca trans-atlantik uzaktan kontrol ile perkütan robotik iğne girişi denemeleri yapılmıştır. Robotik girişlerin trans-atlantik ya da aynı lokasyonda olması arasında girişim zamanı ve başarısı yönünden bir fark yaratmadığı da gösterilmiştir.<sup>13 14</sup>

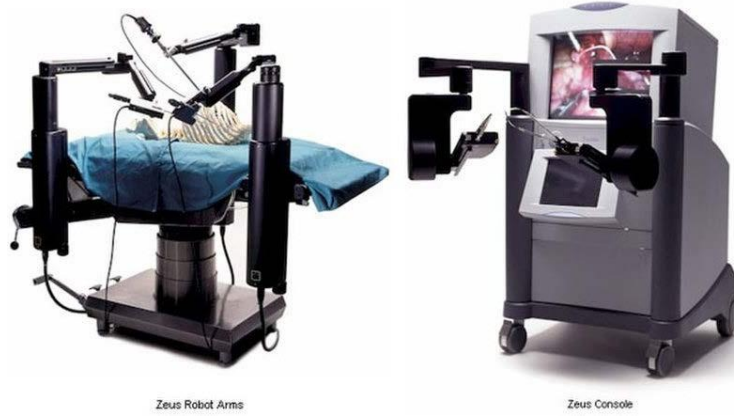
Laparoskopik operasyonlar 1980'li yıllarda uygulanmaya başlamış olup ilerleyen teknoloji ile yıllar içinde hızla gelişerek yaygınlaşmıştır. Laparoskopik cerrahide kullanılmak üzere geliştirilen robotik kamera tutucu olan AESOP™ 1994'de FDA onayı almıştır. El, ayak ya da ses komutu ile kontrol edilebilen modelleri üretilmiştir. AESOP™ robotu sabit ve titreşimsiz bir endovizyon sağlarken daha konforlu bir cerrahi olanağı sağlamıştır.<sup>15</sup>



AESOP

## Robotik Cerrahinin Ürolojide Dünü, Bugünü ve Yarını

Master-Slave sistemlerinin temelini bilgisayarlı konsolda oturan bir cerrah, cerrahın el hareketlerini robota aktaran bir bilgisayar ve hastaya işlemi uygulayan robotik enstrümanlar oluşturmaktadır. 1990'lı yılların sonunda 2 adet cerrahi koldan ve AESOP™ robotik kamera tutucu ile monitöründen oluşan 4 farklı açı hareket kabiliyetine sahip cerrahi robot ZEUS (Computer Motion, Santa Barbara, CA, USA) geliştirilmiştir. ZEUS operasyon sırasında özel gözlükler kullanılarak cerraha 3 boyutlu bir görüntü sağlamaktaydı. ZEUS ile domuz



ZEUS

modelleri üzerinde laparoskopik piyeloplasti, nefrektomi, adrenaektomi operasyonları gerçekleştirilmiştir. ZEUS'un intrakorporeal ürolojik cerrahiler için uygun olduğu aynı zamanda robotun sütür atma için konvansiyonel laparoskopik yöntemden daha konforlu olduğu gösterilmiştir.<sup>16 17</sup> 2001'de FDA onayı alan ZEUS ile hastalar üzerinde laparoskopik piyeloplasti ve adrenaektomi operasyonları gerçekleştirilmiştir.<sup>18 19</sup> ZEUS robotik sistemi kullanılarak laparoskopik radikal prostatektomide vezikoüretal anastomoz operasyonları da yapılmıştır.<sup>20</sup>

Da Vinci™ (Intuitive Surgical, Sunnyvale, California)'nin prototipi olan MONA™ robotu ile 1997 ve 1999'da ilk klinik çalışmalar yapılmıştır.<sup>21</sup>



MONA™

## Robotik Cerrahinin Ürolojide Dünü, Bugünü ve Yarını

2000’de FDA onayı alan da Vinci™ robotunda ZEUS’dan farklı olarak binoküler endoskopik görüntüleme sistemi mevcut idi. Gözlük kullanmadan cerraha 3 boyutlu görüntü sağlayan da Vinci™ cerrahi sırasındaki tremoru ZEUS’a göre daha çok minimize etmekteydi. Ayrıca robotik enstrümanların uçları insan el bileğini taklit edencesine 7 farklı açıda hareket kabiliyetine sahipti. Intuitive ve Computer Motion firmaları 2003 yılında Intuitive Surgery adı altında birleştikten sonra ZEUS robotu yerini yavaş yavaş da Vinci™’ye bırakmıştır. Da Vinci™ yardımlı laparoskopik radikal prostatektomi operasyonu denemeleri 2000’li yılların başından itibaren uygulanmaya başlanmıştır.<sup>22</sup>



da Vinci IS1200 Standart Sistem

Prostat kanserli hastaların robotik cerrahi ile tedavisi amacıyla kurulan Vattikuti Üroloji Enstitüsü’nde robotik radikal prostatektomi teknikleri ile ilgili çalışmalar yapılmıştır.<sup>23</sup> Sonraki birkaç yıl içerisinde üroloji alanında robotik olarak laparoskopik piyeloplasti, radikal sistektomi ile eksta/intrakorporeal ileal konduit ve radikal/donör nefrektomi operasyonları uygulanmaya başlanmıştır.<sup>24 25 26</sup> da Vinci robotun dünya çapında hızla yaygınlaşarak 2004 yılına gelindiğinde 16.000’den fazla cerrahi operasyonda kullanıldığı görüldü.

Günümüzde robot gerek cerraha gerekse hastaya sağladığı avantajlardan dolayı ürolojinin onkoloji, ürolityazis, pediatri, fonksiyonel ve rekonstrüktif cerrahi gibi birçok alanında sıklıkla tercih edilmektedir. Derlemenin bu bölümünde günümüzde robotun ürolojideki başlıca kullanım alanlarından bahsedilecektir.



### **Robotun Ürolojik Onkolojide Kullanımı**

Ürolojide robot yardımcı operasyonlar günümüzde onkoloji alanında özellikle de prostat cerrahisinde sıklıkla kullanılmaktadır.<sup>27</sup> da Vinci™'nin FDA tarafından 2000 yılında onaylanmasından sonra ilk olarak Binder ve Kramer tarafından 2001'de robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi tekniğini tanımlandı ve operasyon birçok gelişmiş merkezde uygulanmaya başlamıştır.<sup>28</sup> Yapılan metaanalizlerde robot yardımcı radikal prostatektomi operasyonunun açık tekniğe göre daha az hastanede kalış süresi ve kan kaybı gibi avantajları varken onkolojik ve fonksiyonel sonuçları üzerine robot yardımcı, açık ve konvansiyonel laparoskopi arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.<sup>29</sup> Robotun birçok merkezde kullanılmaya başlamasıyla cerrahlar kendilerine özgün metodlar da geliştirebilmişlerdir. Laydner ve ark. ilk kez 2014'de kadavra modeli üzerinde robot yardımcı radikal perineal prostatektomi operasyonunu tanımlamıştır.<sup>30</sup> Onkolojik sonuçları üzerine günümüzde kanıt düzeyi yüksek veriler olmasa da robotik radikal prostatektominin kontinans ve potens gibi fonksiyonel sonuçlarının konvansiyonel laparoskopi ve açık cerrahi tekniğine göre daha üstün olduğu bildirilmektedir.<sup>31</sup>

Robotik cerrahinin günümüzde kullanıldığı ürolojik onkolojinin bir diğer alanı da böbrek tümörleridir. Klingler ve ark. 2000 yılında ilk robot yardımcı laparoskopik radikal nefrektomiyi bildirmişlerdir.<sup>26</sup> Henüz laparoskopi ile açık tekniğin onkolojik sonuçlarının karşılaştırıldığı randomize kontrollü çalışmalar olmasa da konvansiyonel laparoskopik radikal nefrektomi ile robotik cerrahinin karşılaştırıldığı çalışmalarda cerrahi yaklaşımların benzer komplikasyon oranları ve robotik radikal nefrektominin daha uzun operasyon süresine sahip olduğu rapor edilmiştir.<sup>32</sup> Fonksiyonel ve onkolojik açıdan anlamlı bir getirisi ortaya konmadığından özellikle de robotik cerrahinin maliyetleri göz önüne alındığında radikal nefrektomide robotun kullanımının elzem olmadığı sonucuna varılabilir. Günümüzde küçük renal kitleli hastalarda robot yardımcı laparoskopik parsiyel nefrektomi uygulanabilmektedir. Konvansiyonel laparoskopik yöntemle göre kısa dönem onkolojik sonuçları benzer olmasına rağmen robotik yöntemin hastanede daha az yatış süresi, daha az intraoperatif kan kaybı ve daha kısa sıcak iskemi süresi gibi avantajları bildirilmektedir.<sup>33 34</sup> Robotik parsiyel nefrektominin olumlu uzun dönem onkolojik sonuçlarıyla gelecekte konvansiyonel laparoskopinin yerini tamamen alabileceği beklenebilir.

Metastatik olmayan kasa invaziv mesane kanserinde altın standart tedavi radikal sistektomiyle beraber lenf nodu diseksiyonudur. Robot yardımcı radikal sistektomi vakası ilk olarak 2003'de Menon ve ark. tarafından bildirilmiştir.<sup>25</sup> Günümüzde de robot yardımcı radikal sistektomi ve

## Robotik Cerrahinin Ürolojide Dünü, Bugünü ve Yarını

lenf nodu diseksiyonu uygulanmaktadır. Cerrahın ve merkezin deneyimine göre intrakorporeal veya ekstrakorporeal üriner diversiyonlar tercih edilmektedir. Açık cerrahi tekniğiyle karşılaştırılan bir metaanalizde robotik radikal sistektominin perioperatif komplikasyonlarının daha az olduğu, peroperatif kan kaybının, kan transfüzyonu gereksiniminin ve hastanede kalma süresinin daha az olduğu bildirilmiştir.<sup>35</sup> Günümüzde robotik radikal sistektominin uzun dönem onkolojik sonuçlarıyla ilgili net veriler bulunmamaktadır. Önümüzdeki yıllarda uzun dönem onkolojik sonuçları ile birlikte robotun radikal sistektomi cerrahisindeki yeri netlik kazanacaktır.

### **Robotun Üriner Sistem Taş Hastalıklarında Kullanımı**

Günümüzde üriner sistem taş hastalığında Avicenna Roboflex™ ve da Vinci robotik sistemleri kullanılmaktadır. Retrograd intrarenal taş cerrahisinin robotik olarak uygulanmasına olanak veren Roboflex™ operasyon boyunca cerraha ergonomik şartlar sağlamaktadır.<sup>36</sup> Master-slave sistemlerine uyan Roboflex™ robotuyla cerrah flex-URS'yi konsoldan kontrol ederek operasyonu yapabilmektedir.



Avicenna Roboflex™

Renal pelvis ve kaliksiel kalküllerde güvenli ve etkili bir cerrahi yöntem olduğu gösterilen Roboflex™'in klasik flex-URS ile karşılaştırıldığı çalışmalarda daha yüksek taşsızlık oranlarına sahip olduğu gösterilmiştir.<sup>37 38</sup> Da Vinci robotik sistemleri günümüzde böbrek ve üreter taşlarının tedavisinde kullanılabilir. Staghorn böbrek taşlarının tedavisi önceleri açık cerrahi ile anatofik nefrolitotomi iken perkütan nefrolitotominin (PNL) yaygınlaşmasıyla yerini bu tekniğe bırakmıştır. Günümüzde 2 cm'den büyük böbrek taşlarında ilk seçenek tedavi hala PNL'dir. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, staghorn böbrek taşlarında robot yardımlı anatofik nefrolitotominin güvenli ve uygulanabilir bir teknik olduğu gösterilmiştir. Aynı zamanda robotik yöntem uygulanan vakalarda hastanede kısa yatış

süresi, düşük komplikasyon ve taşsızlık oranları bildirilmiştir.<sup>39</sup> Piyelolitotomi ve üreterolitotomi operasyonları da robot yardımlı laparoskopik teknikle kolaylıkla günümüzde uygulanabilmektedir. Özellikle malrote, ektopik yerleşimli, anormal toplayıcı sisteme sahip, taş yükü fazla vakalarda robot yardımlı nefrolitotomi tekniği daha doğru bir seçenek gibi gözükmektedir.

### **Robotun Pediatrik Ürolojide Kullanımı**

Piyeloplasti, pediatrik ürolojide robotun kullanımındaki öncü operasyonlardan birisi olmuştur. İlk olarak Olsen ve ark. robot yardımlı laparoskopik piyeloplasti serisini 2004'de yayınladıktan sonra pediatrik üroloji alanında robot kullanımı ivme kazanmıştır.<sup>40</sup> Günümüzde piyeloplasti dışında atrofik böbrek, multikistik displastik böbrek gibi benign nedenlere bağlı basit nefrektomi operasyonları da robot yardımlı yapılabilmektedir.

Vesikoüreteral reflülü pediatrik hastalarda robot yardımlı ekstrasvesikal ve transvesikal üreteral reimplantasyon teknikleri kullanılabilir. Robot yardımlı yöntemin açık teknikle karşılaştırıldığı bir çalışmada operasyon sürelerinin robotik yöntemle daha uzun sürdüğü bildirilmiştir. Ancak üreteral katater süresi, hastanede yatış süresi ve mesane spazm oranlarının robotik teknikte daha düşük olduğu görülmüştür.<sup>41</sup>

Mesane augmentasyonu günümüzde pediatrik ürolojide robotun kullanıldığı diğer bir operasyondur. Robotik mesane augmentasyonu ile açık tekniğin karşılaştırıldığı bir çalışmada robotun hastanede yatış süresinin daha kısa olması dışında ek bir faydası bildirilmemiştir.<sup>42</sup> Mesane boynu rekonstrüksiyonu, apendikovezikostomi ve mesane divertikülektomisi gibi rekonstrüktif girişimler de pediatrik ürolojide robot yardımlı yapılabilen diğer operasyonlardandır.

### **Fonksiyonel ve Rekonstrüktif Ürolojide Robotun Kullanımı**

Robotik cerrahi günümüzde kadın ürolojisinde pelvik organ prolapsusu (POP) ve alt üriner trakt fistüllerinin onarımında kullanılabilir. İlk olarak 2004'de Marco ve ark. Robot yardımlı sakrokolpopeksi vakalarını bildirmişlerdir.<sup>43</sup> Yapılmış randomize kontrollü prospektif çalışmalar olmasa da robot yardımlı sakrokolpopeksinin açık veya laparoskopik tekniğe üstün olduğu henüz gösterilememiştir.<sup>44 45</sup> Sonraki yıllarda yapılan robot yardımlı sakrohisteropeksi tekniğinin de güvenilir ve efektif bir yöntem olduğu bildirilmiştir.<sup>46</sup>

## Robotik Cerrahinin Ürolojide Dünü, Bugünü ve Yarını

Vezikovajinal, vezikouterin ve üreterovajinal gibi alt üriner trakt fistüllerinin onarımı robotun jinekolojik ürolojide kullanıldığı diğer alanlardır. Robotik cerrahi, POP ve alt üriner trakt fistüllerinin tedavisinde vajinal anatominin restorasyonu ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesi açısından umut verici bir tekniktir. Gelecekte uzun dönem fonksiyonel sonuçları ile birlikte robotun kadın ürolojisindeki yeri daha net anlaşılacaktır.

### **Robotik Cerrahideki Yenilikler ve Ürolojideki Geleceği**

Cerrahi operasyonlarda robot kullanımı dünyada birçok merkezde hızla artmaktadır ve bazı operasyonlarda kullanımı rutin hale gelmeye başlamıştır. Gelişen teknolojiyle beraber robotik sistemlere entegre yeni yöntemler denenmekte ve yeni robotik sistemler geliştirilmektedir.

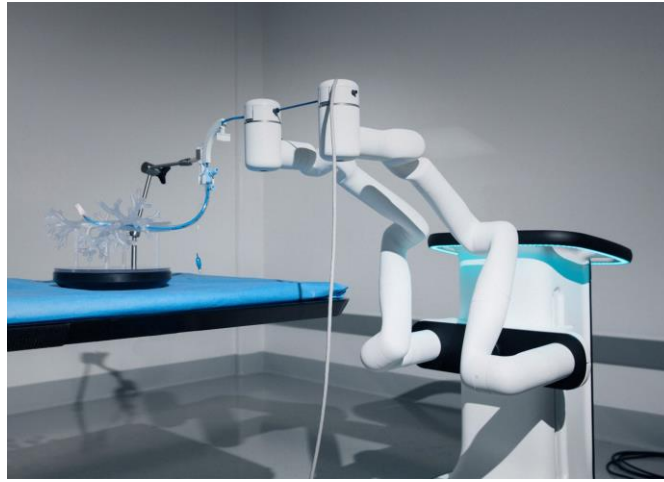
Yakın zamanda benign prostat hiperplazili hastalarda aqua-ablasyon yöntemi ile robot yardımlı transüretal prostat tedavisi uygulamaları başlamıştır. Transrektal ultrason yardımıyla eş zamanlı görüntü sağlayan sistem, transüretal yerleştirilen robotik kol yardımıyla prostata yüksek basınçta salin solüsyon jet akımı uygulamaktadır. Bu teknikle prostat dokusu ablasyona uğratarak alt üriner sistem semptomlarının tedavisi amaçlanmıştır. Henüz yeni bir yöntem olmasına karşın AquaBeam™ (Procept BioRobotics, Redwood Shores, CA, USA) robotun uygulandığı çalışmaların erken dönem sonuçlarında IPSS skorlarındaki iyileşmeler TUR-P ile benzer iken, seksüel fonksiyon ve yan etki bakımından daha avantajlı



AquaBeam™

bulunmuştur.<sup>47 48</sup> Önümüzdeki yıllarda uzun dönem sonuçları AquaBeam™ robotun BPH tedavisindeki yerini daha net belirleyecektir.

Gelecekte flexible üreterorenoskopinin robot yardımcı uzaktan kontrollü yapılmasını sağlayacak yeni bir cerrahi sistem olması beklenen Auris robotik endoskopi sistemi (ARESTM)(Auris Surgical Robotics, Redwood City, CA, USA) 2016'da bronkoskopik girişimler için FDA onayı almıştır. Lümen içerisinde elektromanyetik navigasyona sahip ARESTM robotu ile prelinik çalışmalar hala devam etmektedir.



(ARESTM)(Auris Surgical Robotics, Redwood City, CA, USA)

Kaouk ve ark. laparoskopik operasyonların tek bir insizyondan girilerek yapılması üzerine çalışmalarda bulunmuş ve 2008'de literatürdeki tek alandan girilerek yapılan ilk robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi operasyonu serisini yayınlamışlardır.<sup>49</sup> Gelport ve R-port gibi giriş aparatları kullanılarak tek bir insizyondan hedef organa ulaşılmıştır. Bu portlar vasıtasıyla basit prostatektomi, parsiyel nefrektomi ve piyeloplasti gibi operasyonları robot yardımcı laparoskopik yöntemle gerçekleştirmişlerdir.<sup>50 51</sup> Ancak endowrist teknolojisinin tam olarak kullanılamaması, asistan cerraha yeterli çalışma alanı kalmaması ve robotik enstrümanların çarpışması gibi dezavantajları nedeniyle bu tekniğin kullanımı sınırlı kalmıştır. Bunun üzerine tek porttan operasyonları yapabilmek için özel tasarlanmış robotik platformlar geliştirilmiştir. Prelinik çalışmaların yürütüldüğü da Vinci SP1098 prototipi daha sonra güncellenerek da Vinci SP™ geliştirilmiştir. Güncel tek port teknolojisinde vizüel optikle beraber robotik enstrümanlar tek bir porttan operasyon alanına girerler ve daha sonra içerde eklem hareketi yaparak birbirlerinden uzaklaşırlar.

## Robotik Cerrahinin Ürolojide Dünü, Bugünü ve Yarını



da Vinci SP

FDA tarafından 2018 mayısta onaylanan da Vinci SP™ ile radikal sistektomi ve intrakorporeal urinary diversion, radikal prostatektomi ve üreteroneosistostomi operasyonlarının güvenli şekilde yapıldığı bildirilmiştir.<sup>52 53 54</sup>

Yakın zamanda FDA onayı alması beklenen bir başka yeni robot ise SPORT™ (Single Port Orifice Robotic Technology)(Titan Medical, Toronto, Canada) cerrahi sistemidir. Cerrah operasyonu binoküler görüntüleme sistemi yerine düz ekrandaki 3D yüksek rezolüsyonlu görüntüden kontrol etmektedir. Yaklaşık 2.5 cmlik bir insizyona yerleştirilen tek port sayesinde vücut içerisine erişim sağlanmakta ve içeride da Vinci SP™ benzeri manevralarla robotik kollar çoklu eklem hareketleri yapmaktadır. SPORT™'in hala hayvanlar üzerindeki preklinik çalışmaları devam etmektedir.<sup>55</sup>

Robotik tek portlu cerrahilerin güvenli ve uygulanabilir olduğu sonuçları olsa da hangi endikasyonlarda seçilmesi gerektiği ve konvansiyonel robotik cerrahiye göre ne gibi avantajları olduğu henüz netleşmemiştir. Operasyonun tek porttan yapılmasının patolojik sonuçlar ve morbiditeyi azaltma üzerine etkisinin olup olmadığı operasyonların kısa ve uzun dönem sonuçları ile aydınlanacaktır.

Revo-i™ (Meere Company Inc., Yongin, Republic of Korea) 2006'da Güney Kore'de geliştirilen yeni bir robotik cerrahi sistemdir. Robotik kolların ve görüntüleme sistemlerinin dizaynı gibi birçok yönden da Vinci™ sistemine benzemektedir. Kore FDA'ı tarafından 2017'de klinik kullanımı için onay almıştır. Revo-i™ robotik sistemi ile robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi operasyonlarının açık ya da klasik da Vinci™ yöntemine ihtiyaç olmadan başarılı şekilde yapılabildiği bildirilmiştir.<sup>56</sup> da Vinci™ robotu ile karşılaştırılabilir seviyede olan böyle sistemlerin önümüzdeki yıllarda robotik sistem maliyetlerinde küresel bir düşüşe yol açması beklenmektedir.

## Robotik Cerrahinin Ürolojide Dünü, Bugünü ve Yarını

Önceden Telelap ALF-X olarak bilinen Senhance™, jinekolojik ve kolorektal operasyonlar için 2017’de FDA onayı almış yeni nesil cerrahi robotik sistemlerden birisidir. Ürolojik operasyonlar için hala hayvanlar üzerinde prelinik çalışmalar sürmektedir.<sup>57</sup> Multiport robotik cerrahi sisteme sahip olan Senhance™ dokunsal geri bildirim ve göz takip sistemi gibi benzerlerinden farklı özelliklere sahiptir. Robotik enstrümanın ucundaki zorlanmayı ve gerginliği cerraha aktaran bir teknolojiye sahiptir.<sup>58</sup> Ayrıca kızılötesi göz takip sistemiyle cerrahın göz hareketleriyle görüntüye odaklanma ve yaklaşıp-uzaklaşma özelliklerine sahiptir.<sup>59</sup>

Versius robotik sistemi yakın zamanda FDA onayı alması beklenen bir başka cerrahi robotik sistemdir. Aynı anda 5 farklı robotik kolun operasyona dahil edilebildiği diğer robotik sistemlere göre daha az yer kaplayan bir sistemdir. Cerrah robotik kolları joystikler yardımıyla kontrol ederken, görüntüyü 3D gözlükleri ile düz monitörden sağlamaktadır. Robotik kollar ayrıca kollardaki pozisyonu ve zorlanmayı saniyede 1000 kez ölçerek cerraha dokunsal geri bildirim iletmektedir.<sup>60</sup>

Robot yardımcı ürolojik cerrahilerde dokunsal geri bildirim ve göz takip sistemi dışında cerrahiye yardımcı olması açısından görüntü klavuzlu robotik cerrahi teknikler geliştirilmiştir. En sık kullanılanları Kızılötesi floresan görüntüleme ve Artırılmış gerçeklik teknolojileridir. Amaç vasküler anatomiye çıplak gözden daha ayrıntılı analiz edip doğru görebilme. Kızılötesi floresan görüntüleme tekniğinde intravenöz indosiyenin uygulanmasından sonra kızılötesi kamera ile vasküler anatomi net olarak izlenir.<sup>61</sup> <sup>62</sup> Şimdilik da Vinci Si™ ve Xi™ modelleri ile Senhance™ robotik sistemlerine entegre edilmiş olan bu sistem ile cerrahi sırasında normal görüntü ile kızılötesi görüntü arasında geçişler yapılabilmektedir.



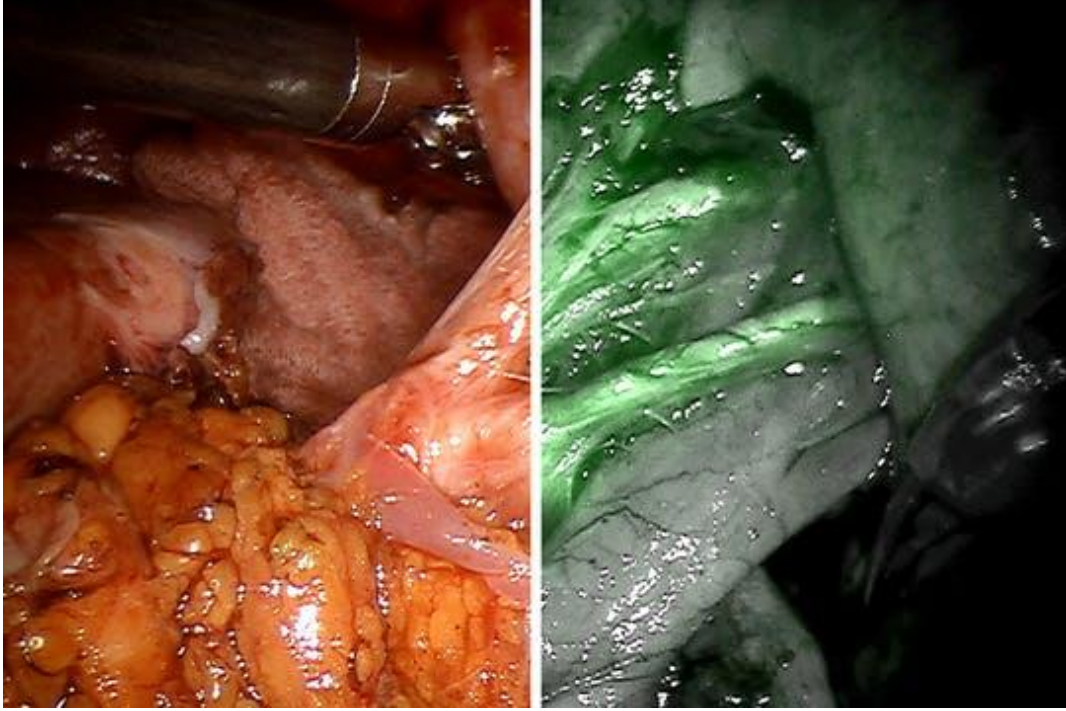
da Vinci Si

da Vinci Xi

## Robotik Cerrahinin Ürolojide Dünü, Bugünü ve Yarını

Robot yardımcı parsiyel nefrektomide selektif arterin klemlenmesinde kullanıldığında iskemik nefron hasarının ana renal arter klemlenmesine göre daha az olduğu görülmüştür.<sup>63</sup>

Kızılötesi floresan görüntüleme tekniği robot yardımcı radikal prostatektomide nörovasküler demetin diseksiyonu sırasında vasküler yapıların korunması amacıyla kullanılmıştır.<sup>62</sup> Ayrıca prostat kanseri lenf nodu diseksiyonu sırasında cerraha sentinel lenf nodlarını gösterebileceğine dair çalışmalar da yapılmaktadır.<sup>64</sup>



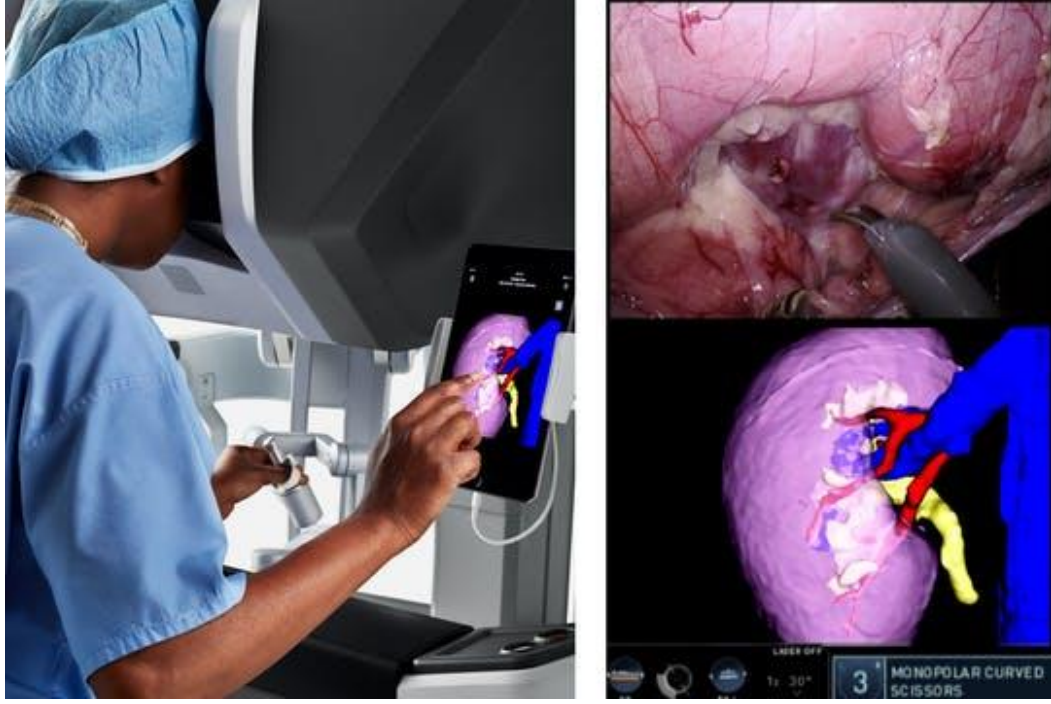
da Vinci FIREFLY

Artırılmış gerçeklik, hastanın görüntüleme modalitelerindeki hastaya spesifik anatomik özelliklerin bir yazılım vasıtasıyla cerrahideki canlı görüntüyle birleştirilmesi teknolojisine dayanmaktadır.<sup>65</sup> Kompleks cerrahi işlemler sırasında cerrahın karar vermesine yardımcı olacak bir teknolojidir. Cerrahi uygulamaları henüz çok yeni olan bu yöntemin robot yardımcı parsiyel nefrektomi olgularında uygulanabilir ve güvenli bir teknoloji olduğu bildirilmiştir. Böbrek etrafı anatomisinin doğru anlaşılmasında ve tümör rezeksiyonu sırasında negatif cerrahi sınırı sağlamada potansiyel avantajları gösterilmiştir.<sup>66</sup> Artırılmış gerçeklik teknolojisinin ilerleyen yıllarda birçok cerrahide kullanılacağı ve cerrahın kritik yerlerde doğru karar vermesinde etkili olacağı düşünülüyor.



## Robotik Cerrahinin Ürolojide Dünü, Bugünü ve Yarını

Intuitive Surgical'ın geliştirmiş olduğu IRIS teknolojisi artırılmış gerçeklik ile cerrahlara yardımcı olmaya başlamıştır. Da Vinci robotlarına entegre olarak kullanılan bu teknolojide preop CT görüntülerinin iOS işlemcili tablet veya telefonlar aracılığıyla işlenmesi sonucu oluşturulan 3 boyutlu görüntüler cerrahi sırasında anatomik varyasyonların ayırt edilmesinde kullanılmaktadır.



da Vinci IRIS

Robotik cerrahi eşsiz özellikleri sayesinde konvansiyonel laparoskopinin yerini hızla almaktadır. Robotik cerrahinin en önemli dezantajları maliyeti ve uzun operasyon süreleri olarak bilinmektedir. Tüm operasyonların robotik olarak yapılmak istenmesi hem onkolojik operasyonların uzun vadede gerçekleştirilmesine hem de maliyet açısından kötü sonuçlara neden olacaktır. Bu açıdan günümüzde robot yardımcı cerrahilerin şimdilik anatomik olarak cerrahinin zor olduğu ve seçilen özellikli vakalarda kullanılmasının daha makul bir fikir olduğu görünmektedir. Robotik cerrahideki yeni ticari seçenekler arttıkça robot kullanımının yaygınlaşması beklenmektedir. Robotik cerrahi ilk kullanılmaya başlanmasından bu yana tıbbın birçok alanında kullanılmıştır. Ancak üroloji, robotik cerrahinin başlamasında ve yaygınlaşmasında öncülük etmiştir. Bu açıdan robotik cerrahideki her yenilik ürolojiye farklı bir perspektif kazandıracaktır.

## Referanslar

1. Challacombe BJ, Khan MS, Murphy D, Dasgupta P. The history of robotics in urology. *World J Urol.* 2006;24(2):120-127. doi:10.1007/s00345-006-0067-1
2. Clarke R. Asimov's laws of robotics: Implications for information technology. In: *Machine Ethics.* ; 2011. doi:10.1017/CBO9780511978036.016
3. Penbegul N, Atar M, Kendirci M, et al. Primitive robotic procedures: automations for medical liquids in 12th century Asia minor. *Arch Ital Urol Androl.* 2014;86(4):300-303. doi:10.4081/aiua.2014.4.300
4. Tekeli S, Dosay M, Yavuz U. *El-Câmi 'Beyne'l – 'Ilm ve'l – 'amel En-Nâfi 'fi Es-Sinaâ 'Ti'l –Hiyel.* Ankara: Turkish Historical Establishment Press; 2002.
5. Ifrah G. *The Universal History of Computing: From the Abacus to the Quantum Computer.* Wiley; 2001.
6. Romdhane L, Zeghloul S. Distinguished Figures in Mechanism and Machine Science: Their Contributions and Legacies. In: Ceccarelli M, ed. *AL-JAZARI (1136–1206).* Italy: Springer Netherland; 2010:1-21.
7. Hill DR. Mechanical engineering in the medieval near east. *Sci Am.* 1991. doi:10.1038/scientificamerican0591-100
8. Drake JM, Joy M, Goldenberg A, Kreindler D. Computer- and robot-assisted resection of thalamic astrocytomas in children. *Neurosurgery.* 1991;29(1):27-33.
9. Cain P, Kazanzides P, Zuhars J, Mittelstadt B, Paul H. Safety considerations in a surgical robot. *Biomed Sci Instrum.* 1993;29:291-294.
10. Davies BL, Hibberd RD, Coptcoat MJ, Wickham JEA. A surgeon robot prostatectomy-a laboratory evaluation. *J Med Eng Technol.* 1989;13:273-277. doi:10.3109/03091908909016201
11. Davies BL, Hibberd RD, Ng WS, Timoney AG, Wickham JEA. The Development of a Surgeon Robot for Prostatectomies. *Proc Inst Mech Eng Part H J Eng Med.* 1991;205(1):35-38. doi:10.1243/PIME\_PROC\_1991\_205\_259\_02
12. Cadeddu JA, Stoianovici D, Chen RN, Moore RG, Kavoussi LR. Stereotactic mechanical percutaneous renal access. *J Endourol.* 1998;12:121-125. doi:10.1089/end.1998.12.121
13. Rovetta A, Sala R, Cosmi F, et al. Telerobotic surgery in a transatlantic experiment: application in laparoscopy. In: *Proceedings of Telemanipulator Technology and Space Telerobotics.* Boston; 1993:337-344.
14. Challacombe BJ, Kavoussi LR, Dasgupta P. Trans-oceanic telerobotic surgery. *BJU Int.* 2003;92(7):678-680. doi:10.1046/j.1464-410X.2003.04475.x
15. Kavoussi LR, Moore RG, Adams JB, Partin AW. Comparison of Robotic Versus Human Laparoscopic

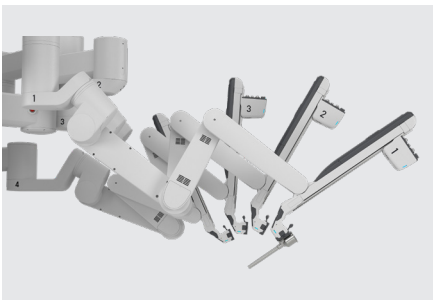
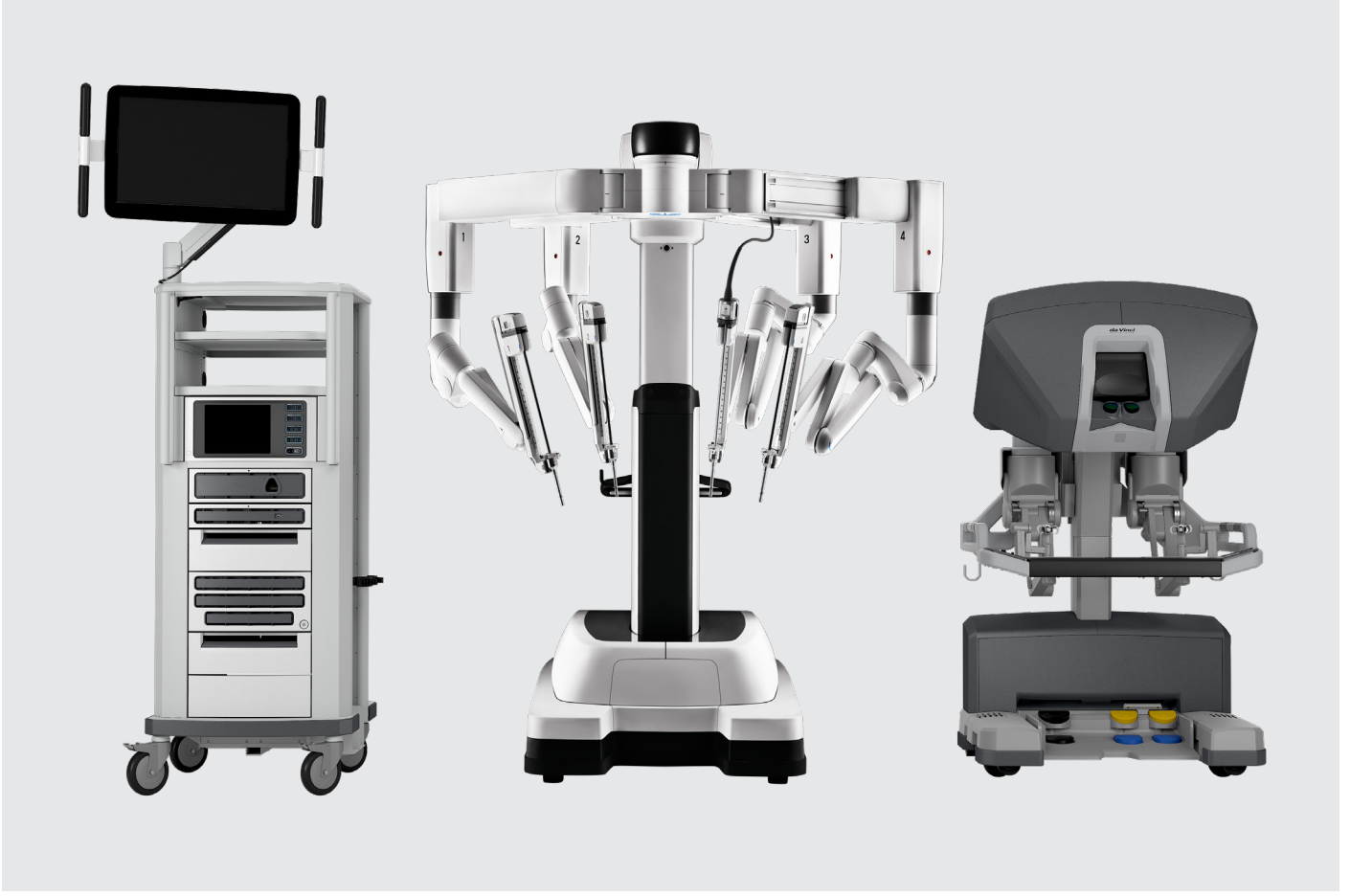
- Camera Control. *J Urol*. 1995;154(6):2134-2136. doi:10.1016/S0022-5347(01)66715-6
16. Sung GT, Gill IS, Hsu THS. Robotic-assisted laparoscopic pyeloplasty: A pilot study. *Urology*. 1999;53(6):1099-1103. doi:10.1016/S0090-4295(99)00030-8
  17. Sung GT, Gill IS. Robotic Laparoscopic Surgery: A Comparison Of The Da Vinci And Zeus Systems. *Urology*. 2001;4295(01):893-898.
  18. Wu JC, Wu H-S, Lin M-S, Huang M-H. Robotic-assisted laparoscopic adrenalectomy. *J Formos Med Assoc*. 2005;104(10):748-751.
  19. Luke PPW, Girvan AR, Al Omar M, Beasley KA, Carson M. Laparoscopic robotic pyeloplasty using the Zeus Telesurgical System. *Can J Urol*. 2004;11(5):2396-2400.
  20. Eto M, Yokomizo A, Koga H, Tsunoda T, Kakeji Y, Hashizume M NS. A laparoscopic radical prostatectomy assisted by the "ZEUS" robotic system: an initial case report. *Fukuoka igaku zasshi*. 2005;96(2):58-62.
  21. Himpens J, Leman G, Cadiere GB. Telesurgical laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc*. 1998;12(8):1091. doi:10.1007/s004649900788
  22. Pasticier G, Rietbergen JBW, Guillonneau B, Fromont G, Menon M, Vallancien G. Robotically assisted laparoscopic radical prostatectomy: Feasibility study in men. *Eur Urol*. 2001;40(1):10-74. doi:10.1159/000049751
  23. Menon M, Tewari A, Peabody J, et al. Vattikuti Institute prostatectomy: Technique. *J Urol*. 2003;169(6):2289-2292. doi:10.1097/01.ju.0000067464.53313.dd
  24. Gettman MT, Neururer R, Bartsch G, Peschel R. Anderson-Hynes dismembered pyeloplasty performed using the da Vinci robotic system. *Urology*. 2002;60(3):509-513. doi:10.1016/S0090-4295(02)01761-2
  25. Menon M, Hemal AK, Tewari A, et al. Nerve-sparing robot-assisted radical cystoprostatectomy and urinary diversion. *BJU Int*. 2003;92(3):232-236. doi:10.1046/j.1464-410X.2003.04329.x
  26. Klingler DW, Hemstreet GP, Balaji KC. Feasibility of robotic radical nephrectomy - Initial results of single-institution pilot study. *Urology*. 2005;65(6):1086-1089. doi:10.1016/j.urology.2004.12.020
  27. Menon M, Tewari A, Baize B, Guillonneau B, Vallancien G. Prospective comparison of radical retropubic prostatectomy and robot-assisted anatomic prostatectomy: The Vattikuti Urology Institute experience. *Urology*. 2002;60:864-868. doi:10.1016/S0090-4295(02)01881-2
  28. Abbou CC, Hoznek A, Salomon L, et al. *Remote Laparoscopic Radical Prostatectomy Carried out with a Robot. Report of a Case*. *Progres en urologie : journal de l'Association francaise d'urologie et de la Societe francaise d'urologie* 10, 520-523 (2000).
  29. Ilic D, Evans SM, Allan CA, Jung JH, Murphy D, Frydenberg M. Laparoscopic and robotic-assisted

- versus open radical prostatectomy for the treatment of localised prostate cancer. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017. doi:10.1002/14651858.CD009625.pub2
30. Laydner H, Akça O, Autorino R, et al. Third prize: Perineal robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: Feasibility study in the cadaver model. *J Endourol*. 2014. doi:10.1089/end.2014.0244
  31. 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;24:2003-2015. doi:10.1089/end.2010.0295
  32. 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. doi:10.1007/s00345-008-0321-9
  33. Benway BM, Bhayani SB, Rogers CG, et al. Robot Assisted Partial Nephrectomy Versus Laparoscopic Partial Nephrectomy for Renal Tumors: A Multi-Institutional Analysis of Perioperative Outcomes. *J Urol*. 2009;182:866-872. doi:10.1016/j.juro.2009.05.037
  34. Khalifeh A, Autorino R, Hillyer SP, et al. Comparative outcomes and assessment of trifecta in 500 robotic and laparoscopic partial nephrectomy cases: A single surgeon experience. *J Urol*. 2013;189:1236-1242. doi:10.1016/j.juro.2012.10.021
  35. 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;39:551-560. doi:10.1016/j.ctrv.2012.11.007
  36. Rassweiler J, Rassweiler MC, Klein J. New technology in ureteroscopy and percutaneous nephrolithotomy. *Curr Opin Urol*. 2016. doi:10.1097/MOU.0000000000000240
  37. Geavlete P, Saglam R, Georgescu D, Mulăescu R, Iordache V. Robotic Flexible Ureteroscopy Versus Classic Flexible Ureteroscopy in Renal Stones : the Initial Romanian Experience Robotic Flexible Ureteroscopy Versus Classic Flexible Ureteroscopy in Renal Stones : the Initial Romanian Experience. 2016;9056(December). doi:10.1016/S1569-9056(16)30281-0
  38. Farahat Y, Traxer O, Saglam R, et al. Mp22-18 the Volumetric Evaluation of Multi Centric Results of Robot Assisted Flexible Ureteroscopy. *J Urol*. 2016;195(4s):e259-e260. doi:10.1016/j.juro.2016.02.706
  39. King SA, Klaassen Z, Madi R. Robot-Assisted Anatomic Nephrolithotomy: Description of Technique and Early Results. *J Endourol*. 2013;28(3):325-329. doi:10.1089/end.2013.0597
  40. Olsen LH, Jorgensen TM. Computer assisted pyeloplasty in children: The retroperitoneal approach. *J Urol*. 2004;171(6 Pt 2):2629-2631.
  41. Marchini GS, Hong YK, Minnillo BJ, et al. Robotic assisted laparoscopic ureteral reimplantation in children: Case matched comparative study with open surgical approach. *J Urol*. 2011;185:1870-1875. doi:10.1016/j.juro.2010.12.069

42. Murthy P, Cohn JA, Selig RB, Gundeti MS. Robot-assisted Laparoscopic Augmentation Ileocystoplasty and Mitrofanoff Appendicovesicostomy in Children: Updated Interim Results. *Eur Urol*. 2015;68(6):1069-1075. doi:10.1016/j.eururo.2015.05.047
43. DiMarco DS, Chow GK, Gettman MT, Elliott DS. Robotic-assisted laparoscopic sacrocolpopexy for treatment of vaginal vault prolapse. *Urology*. 2004;63:373-376. doi:10.1016/j.urology.2003.09.033
44. Geller EJ, Siddiqui NY, Wu JM, Visco AG. Short-term outcomes of robotic sacrocolpopexy compared with abdominal sacrocolpopexy. *Obstet Gynecol*. 2008;112:1201-1206. doi:10.1097/AOG.0b013e31818ce394
45. Paraiso MFR, Jelovsek JE, Frick A, Chen CCG, Barber MD. Laparoscopic compared with robotic sacrocolpopexy for vaginal prolapse: A randomized controlled trial. *Obstet Gynecol*. 2011;118:1005-1013. doi:10.1097/AOG.0b013e318231537c
46. Vitobello D, Siesto G, Bulletti C. Robotic sacral hysteropexy for pelvic organ prolapse. *Int J Med Robot Comput Assist Surg*. 2012;8:114-117. doi:10.1002/rcs.447
47. Kasivisvanathan V, Hussain M. Aquablation versus transurethral resection of the prostate: 1 year United States - cohort outcomes. *Can J Urol*. 2018;25(3):9317-9322.
48. Gilling P, Barber N, Bidair M, et al. WATER: A Double-Blind, Randomized, Controlled Trial of Aquablation® vs Transurethral Resection of the Prostate in Benign Prostatic Hyperplasia. *J Urol*. 2018;199(5):1252-1261. doi:10.1016/j.juro.2017.12.065
49. Kaouk JH, Goel RK, Haber GP, Crouzet S, Desai MM, Gill IS. Single-Port Laparoscopic Radical Prostatectomy. *Urology*. 2008;72(6):1190-1193. doi:10.1016/j.urology.2008.06.010
50. Fareed K, Zaytoun OM, Autorino R, et al. Robotic single port suprapubic transvesical enucleation of the prostate (R-STEP): Initial experience. *BJU Int*. 2012;110(5):732-737. doi:10.1111/j.1464-410X.2012.10954.x
51. Won Lee J, Arkoncel FRP, Rha KH, et al. Urologic robot-assisted laparoendoscopic single-site surgery using a homemade single-port device: A single-center experience of 68 cases. *J Endourol*. 2011;25(9):1481-1485. doi:10.1089/end.2010.0656
52. Hebert KJ, Joseph J, Gettman M, Tollefson M, Frank I, Viers BR. Technical Considerations of Single Port Ureteroneocystostomy Utilizing da Vinci SP Platform. *Urology*. 2019;129(236). doi:10.1016/j.urology.2019.03.020
53. Kaouk J, Garisto J, Eltemamy M, Bertolo R. Single-port Robotic Intracorporeal Ileal Conduit Urinary Diversion During Radical Cystectomy Using the SP Surgical System: Step-by-step Technique. *Urology*. 2019;130:196-200. doi:10.1016/j.urology.2019.03.023
54. Dobbs RW, Halgrimson WR, Madueke I, Vigneswaran HT, Wilson JO, Crivellaro S. Single-port robot-

- assisted laparoscopic radical prostatectomy: initial experience and technique with the da Vinci ® SP platform. *BJU Int.* 2019;13. doi:10.1111/bju.14864
55. Rassweiler JJ, Autorino R, Klein J, et al. Future of robotic surgery in urology. *BJU Int.* 2017;120(6):822-841. doi:10.1111/bju.13851
  56. Chang KD, Abdel Raheem A, Choi YD, Chung BH, Rha KH. Retzius-sparing robot-assisted radical prostatectomy using the Revo-i robotic surgical system: surgical technique and results of the first human trial. *BJU Int.* 2018;122(3):441-448. doi:10.1111/bju.14245
  57. Bozzini G, Gidaro S, Taverna G. Robot-Assisted Laparoscopic Partial Nephrectomy with the ALF-X Robot on Pig Models. *Eur Urol.* 2016;69(2):376-377. doi:10.1016/j.eururo.2015.08.031
  58. Gidaro S, Buscarini M, Ruiz E, Stark M, Labruzzo A. Telelap Alf-X: a novel telesurgical system for the 21st century. *Surg Technol Int.* 2012;22:20-25.
  59. Gidaro S, Altobelli E, Falavolti C, et al. Vesicourethral anastomosis using a novel telesurgical system with haptic sensation, the Telelap Alf-X: a pilot study. *Surg Technol Int.* 2014;24:35-40.
  60. Peters BS, Armijo PR, Krause C, Choudhury SA, Oleynikov D. Review of emerging surgical robotic technology. *Surg Endosc.* 2018;32(4):1636-1655. doi:10.1007/s00464-018-6079-2
  61. Bates AS, Patel VR. Applications of indocyanine green in robotic urology. *J Robot Surg.* 2016;10(4):357-359. doi:10.1007/s11701-016-0641-5
  62. Autorino R, Zargar H, White WM, et al. Current applications of near-infrared fluorescence imaging in robotic urologic surgery: A systematic review and critical analysis of the literature. *Urology.* 2014;84(4):751-759. doi:10.1016/j.urology.2014.05.059
  63. Borofsky MS, Gill IS, Hemal AK, et al. Near-infrared fluorescence imaging to facilitate super-selective arterial clamping during zero-ischaemia robotic partial nephrectomy. *BJU Int.* 2013;111(4):604-610. doi:10.1111/j.1464-410X.2012.11490.x
  64. Nakajima T, Mitsunaga M, Bander NH, Heston WD, Choyke PL, Kobayashi H. Targeted, activatable, in vivo fluorescence imaging of Prostate-Specific Membrane Antigen (PSMA) positive tumors using the quenched humanized J591 antibody-indocyanine green (ICG) conjugate. *Bioconjug Chem.* 2011;22(8):1700-1705. doi:10.1021/bc2002715
  65. Ukimura O, Gill IS. Image-Fusion, Augmented Reality, and Predictive Surgical Navigation. *Urol Clin North Am.* 2009;36(2):115-123. doi:10.1016/j.ucl.2009.02.012
  66. Hughes-Hallett A, Mayer EK, Marcus HJ, et al. Augmented reality partial nephrectomy: Examining the current status and future perspectives. *Urology.* 2014;83(2):266-273. doi:10.1016/j.urology.2013.08.049

## Da Vinci Xi®



Gelişmiş Daha Geniş Alana Ulaşabilen  
Kol Mimarisi



EndoWrist Bilekli Enstrümanlar



DaVinci Akıllı Stapler Teknolojisi  
Smart Fire SureForm



Vessel Sealer Extend Gelişmiş Damar  
Mühürleme Enerji Enstrümanı



SimNow Beceri ve Klinik  
Simülasyon Eğitim



Table Motion Entegre Masa Hareketi

INTUITIVE

