

Argus II Retinal Protez İmplantı Uygulanan Bireylerin Rehabilitasyonu

Rehabilitation of Individuals with Argus II Retinal Prosthesis Implant

Seval CEVHER¹, Dilek GÜVEN²

¹ Erg., Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ergoterapi Ünitesi, İstanbul, Türkiye

² Prof. Dr., Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Kliniği, İstanbul, Türkiye

ÖZ

Amaç: Bu çalışma retinis pigmentoza tanılı bireylerde Argus II retinal protezin günlük yaşam aktiviteleri ve anksiyeteye etkisini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. **Gereç ve Yöntem:** Argus II retinal protez cerrahisi ve rehabilitasyonu yapılan bireylere cerrahi öncesi ve rehabilitasyon sonrası Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (FIM), Lawton-Brody Yardımcı Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği, Liebowitz Sosyal Anksiyete Ölçeği uygulandı. **Sonuçlar:** 1. vakada Retinal protez implantı ve rehabilitasyon öncesi FIM puanı 84 iken 120'ye, Lawton-Brody EGYA ölçeği puanı 1'den 2'ye yükseldi. Liebowitz Sosyal Anksiyete Ölçeği puanı 87 iken 84 oldu. 2. vakada FIM puanı 109 iken 126, Lawton-Brody 1 iken 3, Liebowitz Sosyal Anksiyete Ölçeği 58 iken 48 oldu. 3. vakada FIM toplam puanı 110 iken 126, Lawton-Brody puanı 4 iken 9, Liebowitz Sosyal Anksiyete Ölçeği puanı 114 iken 83 oldu. **Tartışma:** Argus II retinal protezin bireylerin günlük yaşam aktivitelerine ve anksiyete düzeylerine olumlu etki etmektedir.

Anahtar kelimeler: Retinis pigmentoza; Görsel protez; Günlük yaşam aktiviteleri; Anksiyete

ABSTRACT

Purpose: This study was conducted to evaluate the effect of Argus II retinal prosthesis on daily life activities and anxiety in individuals with retinitis pigmentosa. **Material and Methods:** Individuals who underwent Argus II retinal prosthesis surgery and rehabilitation were applied Functional Independence Scale (FIM), Lawton-Brody Auxiliary Daily Life Activities Scale, Liebowitz Social Anxiety Scale. **Results:** In the first case, the FIM score before retinal prosthesis implant and rehabilitation increased from 84 to 120, while the Lawton-Brody EGYA scale score increased from 1 to 2. The Liebowitz Social Anxiety Scale score was 84 from 87. In the second case, the FIM score was 126 when it was 109, 3 when Lawton-Brody was 1, and Liebowitz Social Anxiety Scale was 58 when it was 58. In the third case, FIM total score was 126 when it was 110, Lawton-Brody score was 9 when it was 4, Liebowitz Social Anxiety Scale score was 83 when it was 114. **Discussion:** Argus II has a positive effect on the daily life activities and anxiety levels of individuals.

Keywords: Retinitis pigmentosa; Visual prosthesis; Activities of daily living; Anxiety

En yaygın retinal dejeneratif hastalıklardan ikisi retinis pigmentosa ve yaşa bağlı makula dejenerasyonudur (Margalit, Maia, Weiland ve ark., 2002). Retinis pigmentosa ve yaşa bağlı makula dejenerasyonu, ışık algılayan fotoreseptör hücrelerin dejenerasyonuna bağlı görme kaybıyla sonuçlanan, etkin ve kesin tedavisi olmayan retina hastalıklarıdır (Liu ve Humayun, 2004). Retinis pigmentosa hastalığı, fotoreseptör ve retina pigment epitelinin dejenere olmasıyla körlüğe sebep olan genetik bir hastalıktır (Özmert, 2015; Utine ve Utine, 2012). Retinis pigmentosa hastalığında, gece körlüğü, görme alanında daralma, optik disklerde solukluk, retina damarlarında daralma, retina pigmentlerinde değişiklik, tünel içinden bakar gibi bir görme vardır (Altıntaş, 2013). Fotoreseptör kaybı olan bireylerde görsel protezler görme sağlama konusunda yardımcı olurlar (Güven, Weiland ve Humayun, 2005).

Retinal, optik sinir ve görme korteksi protezi olmak üzere 3 çeşit görme protezi vardır (Güven ve ark., 2005). Retinal protezlerin de subretinal, epiretinal, suprakoroidal ve ekstraoküler yaklaşım çeşitleri vardır (Güven, 2010). Bir retinal protez retina içinde canlı hücre gerektirir (Weiland, Liu ve Humayun, 2005).

Cihazın vitröz boşluğa implante edildiği ve iç retina yüzeyine tutturulduğu proteze epiretinal protez denir (Margalit ve ark., 2002). Bir diğeri de neurosensöri retina ve retinal pigment epitelyum arasındaki boşluğa yerleştirilenidir. Bu yüzden elektrik stimülasyonu retina dışında ulaşır (Margalit ve ark., 2002). Retinal nöronlar elektriksel olarak uyarılarak görsel uyarı oluştururlar (Liu ve Humayun, 2004). Epiretinal elektrik stimülasyon, dış retina dejenerasyonuna bağlı körlüklerde çeşitli fosfenlerin ve şekillerin algılanmasını sağlar (Güven ve ark., 2005).

Retina stimülasyon yaklaşımlarının avantajı mevcut fizyolojik optiği kullanma becerisini ve ek olarak proksimal görme yolları boyunca işleme yeteneğini içerir (Margalit ve ark., 2002). Gözlüğün önüne yerleştirilmiş minyatür bir kamera, işlenmiş bir yapay görme görüntüsüne uyan elektriksel stimülasyon titreşimlerine dönüştürülür. Bu darbeler, bir anten aracılığıyla kablosuz olarak göz içindeki yapay retina implanta iletilir. Optik sinirden geçen görsel stimülasyon, yapay görme görüntüsünü tanımlayan beyindeki ışık paternlerinin algılanmasına neden olur. Yapay görmeyi yorumlamayı öğrenerek, hasta fonksiyonel görme kazanır (Markowitz, Rankin,

Mongy ve ark., 2018). Görüntü işleme alt sistemi kamera tarafından yakalanan görüntüyü uyan düzenine dönüştürür. Yakınlaştırma, parlaklık ve kontrast ayarı işlevlerini yerini getirebilir (Weiland ve ark., 2005). Hastalar harf veya kutu gibi ham formları tanımayabilirler. Elektrik stimülasyonu sonlandığında görüntü devam etmez (Margalit ve ark., 2002).

Argus II retinal protez en iyi verimi, maksimum ışık kontrastı olan ortamlarda sağlar (Geruschat, Richards ve Arditi ve ark., 2016). Protez, uygulanan bireyin ömrü boyunca kullanması beklentisiyle uygulanır (Vaidya, Borgonovi, Taylor ve ark., 2014).

Bu çalışmamızda Argus II retinal protez implantının ve rehabilitasyonun bireyin günlük yaşam aktivitelerine ve anksiyeteye etkisini incelemek amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamıza cerrahi operasyonu ve rehabilitasyonu Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde tamamlanmış olan Argus II retinal protez implantlı 3 birey dahil edildi. Cerrahi operasyon öncesi ve rehabilitasyon sonunda bireylere Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (FIM), Lawton-Brody Yardımcı Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği, Liebowitz Sosyal Anksiyete Ölçeği uygulandı.

Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (FIM); kendine bakım, sfinkter kontrolü, mobilite, lokomasyon, iletişim ve sosyal algılama bölümlerinden oluşur ve en yüksek bağımsızlık 126 puan üzerinden değerlendirilir (Tarsuslu, Yümin, Öztürk ve ark., 2010).

Lawton-Brody Yardımcı Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği; en yüksek bağımsızlık seviyesinin 17 puan üzerinden değerlendirildiği bir ölçektir (Erdoğan ve Tunca, 2016).

Liebowitz Sosyal Anksiyete Ölçeği; 13 performans, 11 sosyal etkileşim maddesinden oluşur (Solmaz, Sayar, Özer, Öztürk, ve Acar, 2000). Ülkemizde geçerlik ve güvenilirlik çalışması bulunmaktadır (Gültekin ve Dereboy, 2011).

Müdahale Programı

İlk 1 yıl boyunca haftada bir gün 45 dakikadan oluşan 2 seansla, ikinci 1 yıl boyunca ayda bir gün 45 dakikalık 2 seans halinde bireylerin rehabilitasyonu uygulanmıştır. Retinal protezin sağladığı dar görüş sebebi ile güvenlik içi beyaz baston kullanması gerekmektedir. Bu sebeple eğer kullanmıyorsa ameliyat öncesi dönemde rehabilitasyonu başladı ve baston eğitimi verildi. Ameliyatından 1 ay sonra göz doktoru tarafından muayenesi yapıldı ve uygun görülmesi üzerine biyomedikal mühendisi tarafından kişiye özel cihaz ayarları yapılarak aktif hale getirildi. Başlangıçta tüm cerrahi uygulanan bireylerde ışıkla çalışarak yeni görmesine adapte olması sağlandı. Daha

sonraki çalışmalar kişi merkezli anlamlı ve amaçlı aktivitelerle devam etti. Rehabilitasyon süreci sonlandırılırken hedef bireyin cihazı günlük hayatta kullanabilir aşamaya gelmesi idi.

SONUÇLAR

OLGU 1

62 yaşındaki retinitis pigmentosa tanılı her iki gözde ışık hissi görmeye sahip bireye 4 sene önce epiretinal protez implantasyonu yapıldı. Birey eşiyile birlikte yaşıyor ve çocuk sahibi değildir. Emekli olduğu için çalışmıyor ve tüm gününü evde televizyonu dinleyerek geçiriyor. Eskiden namaz kılmaya camiye gidiyor ama görmesi azalınca yalnız başına gidemediği için bunu yapmayı bırakmış.

Görmesi mobilite için yetersiz olmasına rağmen beyaz baston kullanmıyordu. Öncelikle beyaz baston eğitimi ile rehabilitasyon süreci başladı.

Epiretinal protez implantasyonu sonrası gerekli kontrolleri yapıldı ve 1 ay sonrasında biyomedikal mühendisi tarafından kişiye uygun ayarlar yüklendi ve retinal protez rehabilitasyon süreci başladı. Öncelikle ışık ve kontrast objelerle çalışıldı. Daha sonra ilgileri doğrultusunda görmesini kaybetmeden önce oynadığı oyunlar cihazla görebileceği boyuta ve kontrastlığa göre uyarlanarak kullanıldı.

Ev ziyareti yapıldı ve ev içi düzenlemeler yapıldı. Evdeki eşyalar kullanılarak evde seans yapıldı. Ev çevresinde cihaz ve beyaz baston ile yürüme çalışıldı.

Retinal protez implantı ve rehabilitasyon öncesi FIM puanı 84 iken 120'ye yükseldi. Lawton-Brody EGYA ölçeği puanı 1'den 2'ye yükseldi. Liebowitz Sosyal Anksiyete Ölçeği puanı 87 iken 84 oldu.

Beslenme, kendine çeki düzen verme, giyinme, transfer, yürüme, merdiven inip çıkma, yolculuk alanlarında ilerleme gösterdi. Yemek hazırlama, ev temizliği, çamaşır alanları rolü olmadığı için değerlendirilmedi.

Rehabilitasyon süreci sonunda birey silüet halindeki resimlerin ne olduklarını fark edebiliyor, A4 üzerine tek ve büyük basılmış harfleri okuyabiliyor, masadaki tabağı, çatalı ve saydam olmayan bardağı fark edebiliyor, park halindeki araçları fark ederek aralarından geçebiliyor, objelerin renklerinin koyu ya da açık olduğunu fark edebiliyor düzeye ulaştı. Birey evinin yakınındaki camiye gidebilecek becerilere sahip olmasına ve bu aktivite kendisi için önemli olmasına rağmen

cesaret edemediği için gitmek istemedi. Bu sebeple evde yapılan seanslarında birlikte çalışıldı ama güvenli bir yerde oturmadığı için fiziki koşullar sebebiyle yalnız başına bu aktiviteyi gerçekleştirmesi mümkün olmadı.

Biriyle yürürken koluna girmek zorunda kalmadı ve bastonuyla önündeki çukur ve engelleri fark edebilir ve önünde yürüyen birini cihazıyla takip edebilir düzeye ulaştı.

Mavi rengini fark edebiliyor.

OLGU 2

36 yaşındaki erkek retinitis pigmentosa hastası birey evli ve 2 çocuk sahibidir. Gününün bir kısmını ailecek sürdürdükleri iş için ofiste geçiriyor. Beyaz baston kullanıyor ve işe kendi başına gidip gelebiliyordu. Zaman zaman tabelalara çarpması nedeniyle yaralandığını ifade etti.

Retinal protez implantasyonu sonrası yaklaşık 1 ay sonra cihazın kişiye özel ayarları yapıldı ve rehabilitasyonu başladı. Bu süreçte evlerinde tadilat yapıyordu ve cihazın kullanımını kolaylaştırmak için ev düzeni konusunda bilgilendirme yapıldı. Işık ile ilgili çalışmaların tamamlanmasından sonra büyük siyah-beyaz objeler kullanılarak cihaza adaptasyonu sağlandı ve yemek yeme gibi bağımsız olmadığı temel günlük yaşam aktiviteleri çalışıldı. Bastonu ve cihazıyla birlikte mobilite çalışıldı. Masadan tabak, çatal-kaşık, bardak bulma ve yemek yeme, dolu olan bardağı fark etme, masa üstündeki anahtar bulma çalışıldı. Dart oyunu oynandı.

FIM puanı 109 iken 126, Lawton-Brody 1 iken 3, Liebowitz Sosyal Anksiyete Ölçeği 58 iken 48 oldu.

Beslenme, kendine çeki düzen verme, giyinme, yolculuk alanlarında ilerledi. Birey yemek hazırlama, ev temizliği, çamaşır alanlarında görme öncesi de sorumlu olmadığı için ve şu anda da yapmak istemediği için değerlendirilmedi ve 0 olarak puanlandı.

Rehabilitasyon süreci sonunda artık göz seviyesindeki engelleri de fark edebildiği için çarpma ve yaralanmalar ortadan kalktı ve mobilitede daha bağımsız ve güvenli hale geldi. Birey rehabilitasyon sürecinde 1 kez çarpma, 1 kez düşme sebebiyle gözlüğünü kırdı. Her iki kaza da bataryalarını doldurmaması sebebiyle cihazın kapanmasından kaynaklandı. Cihaz açıkken herhangi bir kaza olmadı. Retinal protez rehabilitasyonu öncesi ve cihaz kapalıyken insanları seslerine göre tanıyabiliyorken, rehabilitasyon süreci sonunda cihaz devrede olduğunda iki çocuğundan hangisinin büyük-küçük olduğunu anlayabilir, kim olduğunu bildiği birkaç kişi bir aradayken boy ve kiloları farklı olduğunda tanıyabilir duruma ulaştı.

OLGU 3

46 yaşındaki kadın retinitis pigmentosa hastası evli ve 3 çocuk sahibidir. Ev hanımı ve tüm gününü evde geçirmektedir. Görmesini hızla kaybettikten sonra yakınlarıyla olan iletişiminin de koptuğunu ifade etti. Ev işleri sorumluluğunda ama bağımsız değildi. Özellikle mutfakta göremediği için düşürüyor ve yemek pişiremiyordu.

Ameliyat sonrası iyileşme ile yaklaşık bir ay sonra kişiye özel cihaz ayarları yapıldı ve rehabilitasyona başlandı. Yemek yeme, yemek hazırlama gibi aktiviteler modifiye edilerek çalışıldı. İlgisi doğrultusunda serbest zaman aktivitesi olarak siyah parmak boya ile resim çizme rehabilitasyon seanslarında kullanıldı.

FIM toplam puanı 110 iken 126, Lawton-Brody puanı 4 iken 9, Liebowitz Sosyal Anksiyete Ölçeği puanı 114 iken 83 oldu.

Beslenme, kendine çeki düzen verme, giyinme, yürüme, merdiven inip çıkma, ev temizliği, çamaşır, yolculuk, alanlarında ilerleme gösterdi.

Birey retinal protez açıkken kıyafetlerin renklerini açık ve koyu olmalarına göre sınıflandırabilir, mutfak eşyalarını ve mobilyalarını fark edebilir, yürürken insanları ve arabaları karartı olarak ve bastonla çukurları fark edebilir, basamakları gözlükle çizgi halinde fark ederek bastonu yardımıyla çıkabilir duruma ulaştı.

Rehabilitasyon sonunda özgüveni gelişti ve evde yapabileceği ve ekonomik kazanç elde edebileceği işlere ilgi duymaya başladı. Birkaç kez yakınları aracılığıyla evde yapıp teslim etmesi gereken bir işte kendi isteğiyle sorumluluk aldı. Beyaz bastonu ile dışarı çıkmaya ve yakın mesafeli yerlere yalnız başına gitmeye başladı. Otobüs isimlerini sorarak ve yolda karşılaştıklarından yol tarifi konusunda yardım olarak son seansına yalnız geldi. Cihaz yardımıyla ev işlerini yapmak kolaylaştı ve tedirginliği azaldı.

TARTIŞMA

Çalışmamızda her iki gözde ışık hissi düzeyde görmeye sahip bireylerde Argus II retinal protezin bireyin günlük yaşam aktivitelerine, sosyal anksiyeteye ve katılıma etkisi değerlendirildi. Retinal protez rehabilitasyonu sonrası cihaz açıkken bireyler bu alanlarda ilerleme gösterdi. Argus II retinal protezin görme kazancı sayesinde hastaların özgüvenlerinin artmasını, başkalarına olan bağımlılığın azalmasını, depresyon ve anksiyetinin azalmasını ve düşme riskinin azalmasını sağlar (Vaidya ve ark., 2014). Görme

bozuklukları günlük yaşam aktivitelerine katılımı azaltır, depresyon ve düşme riskini artırır, başkalarına bağımlılığa sebep olur (Lamoureux, Pallant, Pesudovs ve ark., 2007). İkinci olgumuz cihazı kullanırken, sık olan düşme ve çarpma sorununu yaşamadı. Cihaz kapalıyken hala sorun yaşıyor olması bize cihazın olumlu etkisini gösterdi.

Argus II retinal protez uygulanan retinitis pigmentozalı bireylerin rehabilitasyonları ile; cihazı kullanmak için temel becerileri öğretmek ve kişinin istek ve ihtiyaçları doğrultusunda kişi merkezli aktivite seçimleri ile cihazı günlük yaşamın bir parçası haline getirmek hedeflenmiştir.

Argus II rehabilitasyonunda klinikte sistemi nasıl kontrol edebileceği ve temel görsel beceriler öğretilir. Toplum temelli rehabilitasyon; günlük yaşama görsel entegrasyon ve mevcut becerileri artırmak üzerinedir (Ghodasra, Chen, Arevalo ve ark., 2016). Bireyler Argus II retinal protezi çoğunlukla ev ortamları gibi alışkın oldukları alanların dışında kullanmayı tercih etmektedir. Özellikle yolda yürürken, kaldırım ve basamak inip çıkarken yarar görmekte ve tercih etmektedir. Elde ettiğimiz bu sonuçlar diğer çalışmalarla uyum göstermiştir (Geruschat ve ark., 2016).

Argus II retinal protez, renkleri görme konusunda yeterli değildir ama 1. olgumuz mavi rengi görebildiğini söylemektedir. Bunun, nörotrofik faktörlerin etkisiyle fotoreseptörlerin fonksiyonunu artırmaya bağlı olabileceği düşünülmektedir (Güven ve ark., 2005).

Tüm bireylerin oftalmolojik muayeneleri düzenli olarak yapılmaktadır ve herhangi bir komplikasyon gelişmemiştir.

Argus II retinal protez; ışık hissi seviyesinde görmeye sahip retinis pigmentozalı bireylerde günlük yaşam aktiviteleri, anksiyete ve katılım alanlarında olumlu etkiye sahiptir. Görme seviyesi artırılmayan bu bireylerde düşük seviye bir görme kazancı sağlayarak hayatlarını bağımsız sürdürmelerine katkı sağlar. Bu bireyler takip edilerek retinal protezin daha uzun vadede etkisi ve yararı değerlendirilecektir.

Kaynaklar

- Altıntaş, N. (2013). Kalıtsal retinopatilerde retina pigment epitelinin önemi ve tünelin sonundaki ışık: retinitis pigmentosa/leber congenital amaurosisin genetiği. *Van Tıp Dergisi*, 20(2), 116-124.
- Erdoğan, T., & Tunca, H. (2016). Dâhiliye polikliniğine başvuran geriatric hastaların çok yönlü fonksiyonel değerlendirilmesi ve beslenme durumlarının irdelenmesi/the multiple functional and nutritional status assessment of geriatric outpatient in the internal medicine department. *Osmangazi Tıp Dergisi*, 38(3), 17-24.
- Geruschat, D. R., Richards, T. P., Arditi, A., da Cruz, L., Dagnelie,

- G., Dorn, J. D., & et.al. D (2016). An analysis of observer-rated functional vision in patients implanted with the Argus II Retinal Prosthesis System at three years. *Clinical and Experimental Optometry*, 99(3), 227-232.
- Ghohasra, D. H., Chen, A., Arevalo, J. F., Birch, D. G., Branham, K., Coley, B., & et.al (2016). Worldwide Argus II implantation: recommendations to optimize patient outcomes. *BMC Ophthalmology*, 16(1), 52.
- Güven, D., Weiland, J. D., & Humayun, M. S. (2005). Retinal protezler. *Journal of Retina-Vitreous*, 13(4), 247-256.
- Güven, D. (2010). Retinal protezler. *Ret-Vit*, 18, 17-23.
- Gültekin, B. K., & Dereboy, İ. F. (2011). Üniversite öğrencilerinde sosyal fobinin yaygınlığı ve sosyal fobinin yaşam kalitesi, akademik başarı ve kimlik oluşumu üzerine etkileri. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 22(3), 150-158.
- Lamoureux, E. L., Pallant, J. F., Pesudovs, K., Rees, G., Hassell, J. B., & Keeffe, J. E. (2007). The effectiveness of low-vision rehabilitation on participation in daily living and quality of life. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 48(4), 1476-1482.
- Liu, W., & Humayun, M. (2004). Retinal prosthesis. Paper presented at the 2004 IEEE International Solid-State Circuits Conference, San Francisco (IEEE Cat. No. 04CH37519).
- Margalit, E., Maia, M., Weiland, J. D., Greenberg, R. J., Fujii, G. Y., Torres, G., & et.al (2002). Retinal prosthesis for the blind. *Survey of Ophthalmology*, 47(4), 335-356.
- Markowitz, M., Rankin, M., Mongy, M., Patino, B. E., Manusow, J., Devenyi, R. G., & Markowitz, S. N. (2018). Rehabilitation of lost functional vision with the Argus II retinal prosthesis. *Canadian Journal of Ophthalmology*, 53(1), 14-22.
- Özmert, E. (2015). Bilimsel olarak onay almış olan ilk Biyonik Göz (argus II Retinal Implant), ülkemizde de kullanıma aşamasına geldi. *Journal of Retina-Vitreous*, 23(1), 092-095.
- Solmaz, M., Sayar, K., Özer, Ö. A., Öztürk, M., & Acar, B. (2000). Sosyal fobi hastalarında aleksitimi, umutsuzluk ve depresyon: Kontrollü bir çalışma. *Klinik Psikiyatri*, 3(4), 235-241.
- Tarsuslu, T., Yümin, E. T., Öztürk, A., & Yümin, M. (2010). Kronik fiziksel özürlü bireylerde ağrı, depresyon, anksiyete ve fonksiyonel bağımsızlık ile yaşam kalitesi arasındaki ilişki. *Ağrı*, 22(1), 30-36.
- Utine, C. A., & Utine, G. E. (2012). Oftalmolojide genetik III-arka segment hastalıkları. *Türk J Ophthalmol*, 42, 386-392.
- Vaidya, A., Borgonovi, E., Taylor, R. S., Sahel, J. A., Rizzo, S., Stanga, P. E., Kukreja, A. & Walter, P. (2014). The cost-effectiveness of the Argus II retinal prosthesis in retinitis pigmentosa patients. *BMC Ophthalmology*, 14(1), 49.
- Weiland, J. D., Liu, W., & Humayun, M. S. (2005). Retinal prosthesis. *Annu Rev Biomed Eng*, 7, 361-401.

[BU SAYFA BILEREK BOŞ BIRAKILMIŞTIR]