

**TEKNOFEST**

**HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ**

**BİYOTEKNOLOJİ YARIŞMASI**

**PROJE DETAY RAPORU**

**MİYELON TAKIMI**

**ALZHEİMER'İN ERKEN TANISINDA KULLANILAN VR**

**GÖZLÜK PROJESİ**

**BAŞVURU ID: #74011**

**FİKİR KATEGORİSİ**

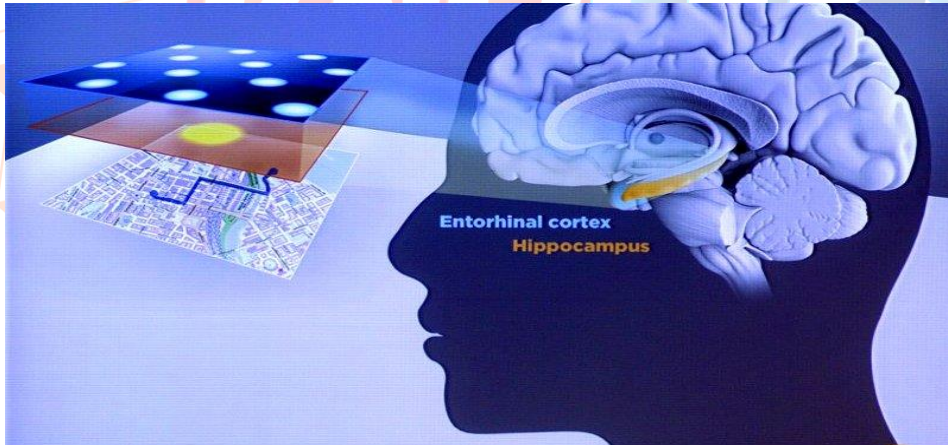
## 1. Proje Özeti:

Dünya Sağlık Örgütü, Alzheimer hastalığını progresif bellek ve kognitif bozuklukla karakterize etiyojisi bilinmeyen nörodejeneratif bir hastalık olarak tanımlamaktadır. Alzheimer hastalığı, tüm demans vakalarının %60-70'ini oluşturmaktadır. Alzheimer, klinik semptomlar ortaya çıkmadan önce başlayan ve yavaş ilerleyen bir beyin hastalığı olarak kabul edilmiştir. Alzheimer hastalığına tanı konulduğunda çoğunlukla nöronal hasar geri döndüremeyecek kadar ilerlemiştir. Bu nedenle tanının erken aşamada konulması önemlidir.

Alzheimer'ın tanısında hastanın klinik geçmişiyle beraber bazı bilişsel testler yapılır. Yapılan bu testlerde hastanın belleği, görsel yapılandırma becerileri, soyut düşüncesi, yönelimi, yer-yön bilgisi ve dikkati gibi parametreler ölçülür. Fakat kullanılan testlerin çoğunluğu 2D ortama bağımlı, ekolojik olmayan ve hastanın bu konudaki yetkinliğini ölçmede yetersiz kalmaktadır. Bu da hastanın daha geç tanı almasına, tanı aldığı dönemde günlük yaşam aktivitelerinin daha fazla etkilenmesine ve sosyal izolasyonuna neden olur. Bizler de hastanın bilişsel durumunu ölçen bu testleri VR gözlüğe entegre ederek 3D ortamda yapacağımız daha ekolojik testlerle Alzheimer hastalığına erken tanı koymayı ve hastaların üzerindeki yıkıcı etkiyi azaltmayı hedefliyoruz.

## 2. Sorun:

Yaşlı nüfusun hızla artmasına paralel olarak yaşlılıkta sık görülen hastalıklar toplum içinde bir sorun haline gelmektedir. Yaşlanan toplumlarda büyük bir sağlık problemi olarak karşılaşılan hastalıklardan bir tanesi de Alzheimer hastalığıdır. Alzheimer'ın sebep olduğu nörodejenerasyondan etkilenen bölüm entorhinal korteks olarak adlandırılmaktadır. Entorhinal korteks (fotoğraf-1), dolaşmamıza ve kaybolmamıza yardımcı olan iç yön bulma uydumuzun bir parçasıdır.



**Fotoğraf-1**

Uluslararası Alzheimer Federasyonu (ADI) tarafından yayımlanan 2019 Dünya Alzheimer Raporu'na göre, dünyada şu an 50 milyondan fazla Alzheimer hastası olduğu tahmin edilmektedir. Raporda bu rakamın 2050 yılına kadar 152 milyona ulaşacağı öngörülmektedir.

Alzheimer hastalığının tanısına yönelik testlerin uygulanması ciddi deneyim gerektirmektedir ve hastalara uygulanması ciddi zaman almaktadır. Dolayısıyla Alzheimer tanısını koyabilmek

ayrıntılı testlerin uygulanması ve tam bir nöropsikometrik değerlendirme ile mümkün olmaktadır. Ayrıca uygulanan testler hastaların gerçek yaşamda karşılaştıkları sorunlarla bire bir örtüşmemektedir. Bu yüzden tanı çoğu zaman hastalık orta-ileri aşamaya geldiğinde konulabilmektedir. Tıbbi bir gerçek olarak, bir hastalığa geç tanı konulması daha baştan tedavi olanaklarını sınırlandırır bazen de olanaksız hale getirir.

### 3. Çözüm:

Alzheimer'ın erken tanısı amacıyla tasarladığımız bu projede, VR gözlük ile yapılan testlerin daha etkili ve sonuç odaklı olması planlanmaktadır. Son zamanlarda, sanal ortamlar bilgisayar teknolojilerindeki yeni gelişmeler nedeniyle tıbbi testlerin ve rehabilitasyon tedavilerinin bir parçası olmaya başlamıştır. Sanal gerçeklik, bireyin dış duyuusal dünyasını, bireyin yönelimine ve fiziksel hareketine karşılık gelen yapay bir ortamla değiştirmek için bilgisayar simülasyonunu kullanır.

Ekibimiz 50 yaş ve üzeri bireylerde tasarladığımız VR gözlük cihazı için geliştirdiğimiz yazılımı kullanarak sanal bir ortamda gezinirken öğrenme, bellek durumu ve bilişsel yeteneklerini hastalar ve sağlıklı kontroller üzerinde değerlendirerek Alzheimer demansı olan hastaların erken tanısı ve dolaylı olarak erken tedavisine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

Bu amaç doğrultusunda ekip olarak VR gözlüğe entegre 3D testler içeren yazılım geliştirmekteyiz. Bu testleri tasarlarken modüller ve o modüllere ait medikal datalar için bir şablon oluşturulacaktır. Kullanılacak 3 boyutlu modellerin temini için Unity Asset Store veya CGITRADER araştırılacaktır. Aranılan modellerin olmadığı veya yeterli kalitede bulunmadığı durumlarda Maya kullanılarak modelleneyecektir. Uygulama arayüzleri ve 3boyutlu modeller Unity oyun motorunda uygulama haline getirilecek; sanal gerçeklik uyumlu VR uygulaması halinde derlenecektir. Yazılım C# dilinde kodlanacaktır. Performans takip sisteminin server mimarisi için NodeJS ile Rest API. Veri tabanı yapısı için PostgreSQL kullanılacaktır.

Tasarladığımız testleri geliştireceğimiz yazılıma entegre ederek hastanın denge, davranış, bellek ve refleksleri sanal gerçeklikten faydalanılarak ölçülecektir. Bu doğrultuda hasta, testleri gerçekleştirmemizi kolaylaştıracak özel tasarlanmış bir odaya alınır ve hastaya dokunma hissini uyandıran küçük titreşim cihazlarıyla donatılmış bedeni saran özel giysiler giydirilir. Testin ilk aşamasında hasta başlangıç noktasından başlayarak yatay ve düşey olarak 360°lik görüntü kaydı yapabilmeye özel kameraların oluşturduğu sanal ortamda oklar yardımı ile yönünü tayin ederek parka ulaşır (Fotoğraf-2). Parktaki zeminde bulunan paternde 1'den başlanarak bir sayı bir harf sırası ile birbirini izleyen sayı ve harfleri adım atarak birleştirmesi istenir. Bu aşama ile hastaya giydirdiğimiz beden giysileri sayesinde hastanın denge ve yürütücü işlevleri ölçülecektir.

İkinci aşamada hastamız bowling oyun alanına yönlendirilir. Hastanın dokunma hissini yaşayabilmesi için özel tasarlanmış veri eldivenleri (dataglove) giydirilir. Eldivenler yardımıyla sistem kullanıcının eliyle yaptığı her türlü hareketi görüntüyle özdeşleştirerek simüle eder. Kullanıcı görüntüde gördüğü bowling topunu tanımlayabilir, etkileşime girebilir ve uzanarak onu sanal olarak kavrayıp eline alabilir ve istediği bir yere gerçek hayattaki gibi bırakabilir. Bu oyun ile hastamızın dinamik denge, koordinasyon ve hedefe odaklanma becerisi test edilecektir.

Üçüncü aşamada ise sanal gerçeklik gözlüklerinin fiziki yapısı üzerine yerleştirdiğimiz kulaklık sistemleri sayesinde hastadan oklar yardımı ile parktan markete doğru gitmesi istenir. Markete ulaşan hastaya, satın alması gereken ürünlerin listesi gelir ve bu liste belli bir süre sonra kaybolur (fotoğraf-3). Hastaya verilen komutlar doğrultusunda hastanın listeyi tamamlaması istenir ve sadece test ekibinin bilgisi dahilinde kronometre başlatılır. Hasta alması gereken ürünleri markette bulmaya çalışır. Bu aşama sonucunda verilen listenin tamamlama süresine bakılarak hastanın yakın belleği test edilecektir.

Dördüncü aşamada hasta, verilen listedeki ürünleri tamamlamaya yakın reyonların arasında gezinirken sanal ortamda bulunan 6 yaşındaki bir çocuk, hastaya çarpar ve her ikisinin de ürünleri yere düşer. Bu aşamada hastamızın çarpışma sonucu duygusal reaksiyonu ve davranışları, algısı, dikkati, yere düşüp karışan ürünleri toplama becerisi ve refleksi ölçülecektir.

Beşinci aşamada listeyi tamamladığını düşünen hasta kasaya yönelir. Hastanın oklar yardımı olmadan başlangıç noktasına geri dönmesi istenir. Bu sayede hastanın iç yön bulma uydusu olan entorhinal korteksinin işlevi değerlendirilecektir.

Tüm bu aşamalar sonucunda hastanın yürütücü işlevleri, belleği, görsel yapılandırma becerileri, soyut düşüncesi, yönelimi, yer-yön bilgisi, dikkati ve konsantrasyonu olmak üzere 8 farklı bilişsel işlevi değerlendirilmektedir.



**Fotoğraf-2**



**Fotoğraf-3**

#### **4. Yöntem:**

Sanal gerçeklik, yazılımlar ve özel donanımlarla oluşturulan, insana gerçek algısı veren gerçek ya da kurgusal ortamlardır. Sanal ortamlar, gerçekte var olan ya da tasarlanan mekânların ve nesnelerin 3 boyutlu (3D), yüksek çözünürlüklü fotoğraf ve hareketli görüntüleri (videolar) gibi yapay görsel kopyalarından oluşmaktadır. Geliştirmeyi hedeflediğimiz yazılımla sanal gerçekliğin şu özelliklerinden faydalanmayı planlıyoruz:

#### **Sanal Gerçeklik Gözlüğü (VR Gözlüğü)**

Sanal gerçeklik deneyimi için kullanılacak görsel içerik için gerçek dünyadan görüntüler olacaksa özel tasarlanmış kameralar kullanılır. Bunlar VR camera (virtual reality camera) denen özel tasarlanmış kamera ve kamera düzenekleridir (vr camera rig). Yatay ve düşey



olarak 360°lik görüntü kaydı yapabilen kameraların (360°omni camera) bazıları en az iki kameranın bir gövde içinde yer aldığı biçimde tasarlanır. Bublcam ve Ballcam gibi tasarımlar yine 360°lik küresel görüntü elde edebilmek için birkaç kameranın küre biçiminde sistem içine yerleştirilmesiyle oluşturulmaktadır.

Sanal gerçeklik gözlüğüyle kişinin 3 boyutlu (3D stereoskopik) bir ortama girmesi sağlanır. Kişi böylelikle çevresindeki olayları gözlemleyebilir hale gelir. Bu sayede 2D ortamdaki testleri 3D ortama aktararak tanı aşamasında daha ekolojik sonuçlar elde etmeyi hedeflenmektedir.

### **Ses Düzenleri**

Sanal gerçeklik gözlüklerinin fiziki yapısı üzerine yerleştirilmiş kulaklık sistemleri sayesinde kullanıcı, surround sound (3 boyutlu ses) deneyimi yaşamaktadır. Özel tasarlanmış ses düzenekleri sayesinde hastaya tam anlamıyla bir sanal gerçeklik ortamı oluşturularak verilen komutlar sayesinde hastaya yapılan testlerin duyarlılığı artırılır.

### **Eldivenler**



Sanal gerçeklik içeriklerinde dokunma hissini yaşayabilmek için kullanılan donanımlardan biri de özel tasarlanmış veri eldivenleridir (dataglove). Bu eldivenler el ve parmak hareketlerini ve dokunma yüzeylerini algılayabilen sensörlerle donatılmışlardır.

Bu eldivenler sayesinde sistem kullanıcının eliyle yaptığı her türlü hareketi görüntüyle özdeşleştirerek simüle eder. Kullanıcı görüntüde gördüğü bir cismi tanımlayabilir, etkileşime girebilir ve uzanarak onu sanal olarak kavrayıp eline alabilir ve istediği bir yere gerçek hayattaki gibi bırakabilir. Bu da hastanın ortama adapte olmasını arttırmakla beraber hareket fonksiyonlarının ölçülmesine yardımcı olur.

### **Beden Giysileri**



Dokunma hissini uyandıran küçük titreşim cihazlarıyla donatılmış bedeni saran özel giysiler sayesinde kullanıcıların bedeninin herhangi bir yerinde yanma, çarpma, uyarılma hissi oluşturur ve hastanın vücut tepkilerini ölçer.

## **5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü**

Alzheimer hastalığının tanısı için kullanılan testler 2D ortamlara bağımlıdır ve kullanılan testler hastaların gerçek yaşamda karşılaştıkları sorunları birebir ölçmemektedir.

VR gözlüğe 3D olarak entegre edeceğimiz testler sayesinde hastanın kognitif, davranışsal ve işlevsel bozuklukları bütüncül ve gerçek yaşama daha yakın biçimde değerlendirilecektir. Ayrıca bu kadar kapsamlı bir test daha önce yapılmamış olup uygulanabilirlik açısından da

önceki yapılan testlere bakıldığında hastayı nörolojik ve kognitif olarak daha kapsamlı bir şekilde değerlendirecek ve hızlı sonuç almamızı sağlayacaktır. Erken tanı için tasarladığımız VR gözlük, tarama testi olarak da bakımevleri, huzur evlerinde de kullanılabilecek olup, hastaların daha erken tedavi almalarına olanak sağlayacaktır.

Sembol Basamaklı Yöntemler Testi (SDMT) bilişsel bozukluğu algılar. Bu test, yoğun klinisyenler için hem çocuklarda (8 yaş ve üstü) hem de yetişkinlerde organik serebral disfonksiyon taraması için ideal ama tanıda yetersiz bir yoldur. Bir başka kullanılan test MoCA, sağlık uzmanlarının bir kişinin anormal bilişsel işlevi olup olmadığını ve Alzheimer hastalığı için daha kapsamlı bir teşhis çalışmasına ihtiyaç duyup duymadığını hızlı bir şekilde belirlemesine yardımcı olan nispeten basit, kısa bir testtir.

Biz bu testleri de göz önünde bulundurarak kendi tasarladığımız testleri yazılım geliştirerek VR gözlüğe entegre etmeyi hedefliyoruz. Böylece 2D ortamda yapılan testleri 3D ortama aktararak daha ekolojik ve gerçek yaşama daha yakın olmasını sağlayacağız. 3D ortamda yapacağımız bu testler beyin aktivitesini artırarak bilişsel bozuklukların tanısını kolaylaştıracaktır.

#### **6. Uygulanabilirlik:**

Sanal gerçeklik, günümüzde cep telefonu ve mobil uygulamaların gelişmesiyle birlikte kitlelere çok daha kolay ulaşan ve bireysel deneyimler yaşatabilen bir teknoloji haline gelmiştir. Bu bağlamda geleceği biçimlendireceğine inanılan sanal gerçeklik teknolojisinin gelişimi için birçok çalışmalar hali hazırda yapılmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda kişilerin algılayabileceği, görebileceği 3D ortamlar oluşturulmuştur. Biz ise yapacağımız çalışmada, Alzheimer'ın tanısında kullanılan bazı kognitif testleri bu teknolojiye entegre ederek Alzheimer'ın tanısında VR gözlük kullanımı projemizi hayata geçirmeyi hedefliyoruz.



İlk olarak hastalığın tanısını koymamıza yardım edecek testleri 3D ortam için hazır hale getireceğiz. Daha sonra ise gerekli yazılım ve özel donanımlar sonucu geliştirdiğimiz VR gözlüğümüze bu testleri entegre edeceğiz. Sanal gerçeklik teknolojisinin, geleceğin teknolojisi olduğunu göz önüne aldığımızda yapacağımız bu testler herkesin kolaylıkla uygulayabileceği ve Alzheimer'ın tanısında önemli bir rol alacaktır.

## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

ZAMAN PLANLAMASI	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.ay	5.Ay	6.Ay	7.Ay	8.Ay	9.Ay	10.Ay
1.İş Paketi: Yazılım Tasarımı										
2.İş Paketi: Yazılım Geliştirme										
3.İş Paketi: Klinik Validasyon										
4.İş Paketi: Tanıtım ve Müşteri Görüşmeleri										
5.İş Paketi: Finansal ve Lojistik Planlama										
6.İş Paketi: Ürünün Piyasaya Sürülmesi										
7. İş Paketi: Seri Üretime Geçilmesi										

Projemiz 7 iş paketi halinde 8 ayda hayata geçirilebilir bir projedir.

1. İş Paketi-Yazılım Tasarımı: Geliştirdiğimiz testin sanal ortamda görünümünün tasarlandığı aşamadır.
2. İş Paketi-Yazılım Geliştirme: Tasarladığımız yazılım sisteminin sorunsuz çalışabilmesi için gereklidir.

3. İş Paketi-Klinik Validasyon: Alanında uzman kişiler eşliğinde gönüllü bireyler üzerinde test etme aşamasıdır.
4. İş Paketi- Tanıtım ve Müşteri Görüşmeleri: Gerekli teknik ve klinik aşamalardan geçildikten sonra VR gözlüğün tanıtımının ve müşteri görüşmelerinin yapıldığı aşamadır.
5. İş Paketi- Finansal ve Lojistik Planlama: Yapılan müşteri görüşmeleri sonucunda VR gözlüğün faaliyet göstereceği lokasyonların belirleneceği ve bu lokasyonların neticesinde finansal bir planlama yapılacağı aşamadır.
6. İş Paketi- Ürünün Piyasaya Sürülmesi: Geçilen başarıları aşamalarla VR Gözlüğün yapılan anlaşmalar sonucunda halkla buluştuğu aşamadır.
7. İş Paketi- Seri Üretime Geçilmesi: VR gözlüğün ihtiyacını karşılamak için seri üretime geçilecek aşamadır.

Bu aşamadan sonra VR Gözlüğün teknik bakım ve destek ihtiyacı düzenli olarak kontrol altında tutulması planlanmıştır.

## Finansal Plan

Gelir Kalemleri	Miktar (TL)	Gider Kalemleri	Sayı	Birim	Birim Fiyat	Toplam Miktar (TL)
VR Gözlük Satış Gelirleri	30,000.00 TL	3D Ortamlar ve Malzemeler	3	Adet	2,500.00 TL	7,500.00 TL
Reklam Gelirleri	50,000.00 TL	Karakterler	8	Adet	2,500.00 TL	20,000.00 TL
		Karakter Animasyonları	8	Adet	3,000.00 TL	24,000.00 TL
		UI/UX Tasarımları	1	Adet	12,500.00 TL	12,500.00 TL
		Yazılım – Bölüm 1	1	Adet	7,500.00 TL	7,500.00 TL



		Yazılım – Bölüm 2	1	Adet	12,000.00 TL	12,000.00 TL
		Yazılım – Bölüm 3	1	Adet	9,500.00 TL	9,500.00 TL
		Yazılım – Bölüm 4	1	Adet	9,500.00 TL	9,500.00 TL
		Yazılım – Bölüm 5	1	Adet	9,500.00 TL	9,500.00 TL
		VR Gözlük	1	Adet	1,000.00 TL	1,000.00 TL
		Reklam, Tanıtım ve Hukuki Giderler	2	Adet	7,000.00 TL	7,000.00 TL
<b>TOPLAM</b>	<b>80,000,00 TL</b>					<b>120,000.00 TL</b>

- Projemizi hayata geçirme aşamasında elde etmeyi hedeflediğimiz temel gelir kaynağı, anlaşmalı hastanelere satacağımız ürünlerden sağlanacaktır. Ürünlerimizi tanıtmak için hastanelere, tasarladığımız VR gözlükleri numune olarak göndermeyi hedefliyoruz.
- Projenin hayata geçirilmesi için 09.01.2007 tarihli ve 26398 sayılı Resmî Gazete Tıbbi Cihaz Yönetmeliği hükümlerini karşılaması zorunludur. Ürünümüz I. Sınıf CE işaretli cihazlar kapsamına girmektedir.
- VR Gözlük projesi toplamda 40 bin TL ile hayata geçirilebilir bir projedir. Ürünün reklam ve tanıtımının yapılması, pazarlanması ve ulaştırılması için insan kaynağına ve finansal desteğe ihtiyacımız vardır.

## 8. Hedef Kitle

Uluslararası Alzheimer Federasyonu (ADI) tarafından yayımlanan 2019 Dünya Alzheimer Raporu'na göre, dünyada şu an 50 milyondan fazla Alzheimer hastası olduğu tahmin edilmektedir. Raporda bu rakamın 2050 yılına kadar 152 milyona ulaşacağı öngörülmektedir. Genel olarak 50 yaş üstü diyebileceğimiz geniş bir kitleye hitap eden projemiz, genetik olarak

Alzheimer'a yatkın olan ve günlük hayatta bilişsel bozukluk yaşayan bütün bireylere uygulanabilmektedir.

## 9. Riskler

VR teknolojisi 21. Yüzyılın önemli sayılabilecek teknolojik gelişmelerindedir. Bizim uygulamak istediğimiz yaş grubu genel olarak 50 ve üstü olmasından dolayı bu teknolojik gelişmelerin uzağında bir kitleyle entegrasyon hastanın teste önyargılı yaklaşmasına neden olabilir. Fizyolojik olarak ise gözlüğü taktığı zaman, kişide yapay bir ortama hızlı geçişten dolayı baş dönmesi, paniklemeden dolayı otokontrolü sağlayamama ya da ortama adapte olmada problem gibi sorunlarla karşılaşmak olasıdır. Bu durum bize teşhis etmede sapma olarak yansiyabilir.

## 10. Proje Ekibi

**Takım Lideri:** Berk Çakmak

**Danışman:** Doç. Dr. Belgin Petek Balcı

Adı Soyadı	Okul	Projedeki Görevi	Projeyle veya problemle ilgili tecrübesi
Berk ÇAKMAK	Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane	Proje Yöneticisi	Tıp Fakültesi 2.Sınıf
Yağmur ÖZDEMİR	Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye	Proje Araştırma Görevlisi	Eczacılık Fakültesi 2.sınıf
Ramazan GÜLCÜ	Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane	Proje Düzenleme Görevlisi	Tıp Fakültesi 2.Sınıf
Özlem TEMİZ	Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye	Proje Tasarım Sorumlusu	Odyoloji 3.Sınıf
Zehra KARABULUT	Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye	Proje Finans Sorumlusu	Eczacılık Fakültesi 2.sınıf

## 11. Kaynaklar

1. Fernández Montenegro, J. M., Villarini, B., Angelopoulou, A., Kapetanios, E., Garcia-Rodriguez, J., & Argyriou, V. (2020). A Survey of Alzheimer's Disease Early Diagnosis Methods for Cognitive Assessment. *Sensors*, 20(24), 7292. doi:10.3390/s20247292
2. Clay, F., Howett, D., FitzGerald, J., Fletcher, P., Chan, D., & Price, A. (2020). Use of Immersive Virtual Reality in the Assessment and Treatment of Alzheimer's Disease: A Systematic Review. *Journal of Alzheimer's Disease*, 1–21. doi:10.3233/jad-191218

3. Liu S, vd. Multimodal nörogörüntüleme, Alzheimer hastalığının çok sınıflı teşhisi için öğrenme özelliğine sahiptir. Biomed. Müh. IEEE Trans. 2015; 62 : 1132–1140. doi: 10.1109 / TBME.2014.2372011.
4. Suk HI, Lee SW, Shen D, Alzheimer Hastalığı Nörogörüntüleme Girişimi Alzheimer hastalığı teşhisinde özellik seçimi için derin seyrek çok görevli öğrenme. Brain Struct. Funct. 2016; 221 (5): 2569–2587. doi: 10.1007 / s00429-015-1059-y
5. Alzheimer Derneği 2016 Alzheimer hastalığı gerçekleri ve rakamları. Alzheimer Dement. 2016;
6. Perrin RJ, Fagan AM, Holtzman DM. Alzheimer hastalığının tanı ve prognozu için çok modlu teknikler. Doğa. 2009; 461 : 916–922. doi: 10.1038 / nature08538.
7. Grimmer T, vd. Hafif bilişsel bozuklukta Alzheimer hastalığına bağlı demans tahmini için 18F-FDG ve amiloid PET'in görsel ve tam otomatik analizleri. J. Nucl. Med. 2016; 57 : 204–207
8. Sperling RA, vd. Alzheimer hastalığının klinik öncesi aşamalarını tanımlamaya doğru: Ulusal Yaşlanma Enstitüsü - Alzheimer Derneği çalışma gruplarının Alzheimer hastalığı için teşhis kılavuzları üzerine öneriler. Alzheimer Dement. 2011; 7 : 280–292
9. Bateman RJ, vd. Baskın olarak kalıtsal Alzheimer hastalığında klinik ve biyolojik belirteç değişiklikleri. N Engl J Med. 2012; 367 : 795–804
10. Reiman EM, vd. Geç başlangıçlı Alzheimer demansı için genetik risk altında olan genç yetişkinlerde fonksiyonel beyin anormallikleri. Proc Natl Acad Sci ABD. 2004; 101 : 284–289

