

# Göz Hareket Algılama Destekli Sanal Klavye Uygulaması

Seher Köroğlu

Bilişim Sistemleri Mühendisliği

Kocaeli Üniversitesi

[211307016@kocaeli.edu.tr](mailto:211307016@kocaeli.edu.tr)

Selin Avcı

Bilişim Sistemleri Mühendisliği

Kocaeli Üniversitesi

[211307026@kocaeli.edu.tr](mailto:211307026@kocaeli.edu.tr)

**Özet-** Bu çalışmada, göz hareketleriyle kontrol edilen bir sanal klavye sistemi geliştirilmiştir. Sistem, kullanıcıların gözlerini takip ederek, ekranda bulunan harfleri seçmelerini sağlamaktadır. Mediapipe yüz işaretleme kütüphanesi kullanılarak, yüz ve göz noktaları tespit edilmiştir. Kalibrasyon noktaları aracılığıyla, göz hareketlerinin doğru şekilde ekran koordinatlarına dönüştürülmesi sağlanmıştır. Elde edilen veriler, kullanıcının göz hareketine dayanarak bir klavye simülasyonunun üzerinde harf seçilmesine olanak tanımaktadır.

*Anahtar Kelimeler – Mediapipe, Sanal Klavye, Kalibrasyon*

**Abstract-** This study presents a gaze-controlled virtual keyboard system, enabling users to select letters displayed on the screen by tracking their eye movements. The system utilizes the Mediapipe face landmarking library to detect facial and eye landmarks. Through calibration points, eye movements are translated into screen coordinates. The resulting data allows users to select letters on a virtual keyboard based on their eye movement.

*Keywords - Mediapipe, Virtual Keyboard, Calibration*

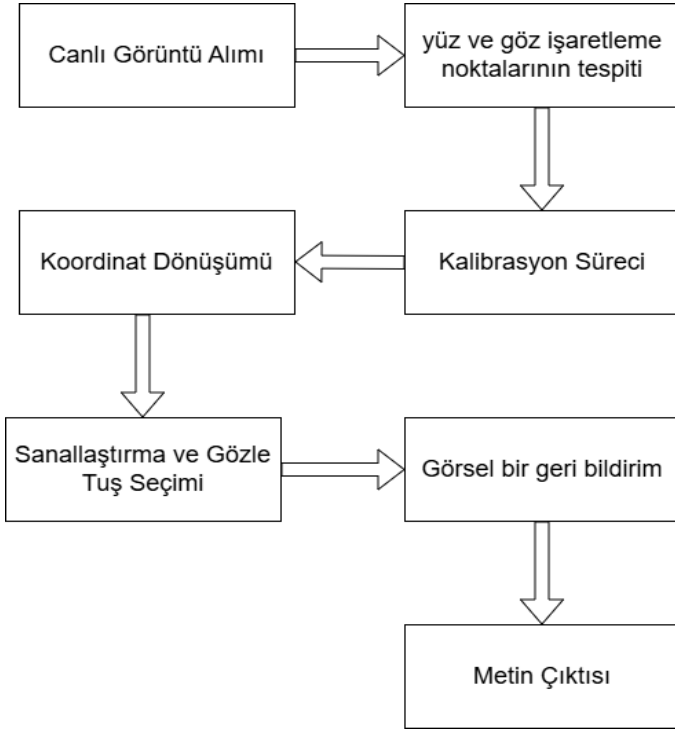
## I. GİRİŞ

Teknolojinin hızla ilerlemesiyle birlikte, insan-makine etkileşimi de önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. Özellikle engelli bireylerin yaşam kalitesini artırmaya yönelik çalışmalar, yeni nesil etkileşim yöntemlerini ortaya çıkarmaktadır. Bu bağlamda, göz takip teknolojileri, kullanıcıların fiziksel hareketler yerine göz hareketlerini kullanarak cihazlarla etkileşim kurmalarına olanak tanımaktadır. Göz takibi, kullanıcının bakış açısını izleyerek, hareketlerini doğru bir şekilde algılayabilir ve bu veriyi anlamlı bir şekilde işleyerek çeşitli uygulamalarda kullanılabilir.[4] Bu çalışmada, Mediapipe Face Mesh teknolojisini kullanarak daha hassas ve etkili bir gözle kontrol edilen sanal klavye tasarımı yapılmıştır.[3] Mediapipe kütüphanesi ile yüz ve göz hareketlerinin tespit edilmesi, bu tür bir sistemin doğruluğunu artıran önemli bir gelişmedir. Bu kütüphane, nesne tespiti, yüz tanıma, el izleme, vücut izleme, jest tanıma ve daha birçok görsel analiz görevi için kullanılmaktadır.[2] Bu proje ile beyin

faaliyetleri normal olmasına rağmen vücutlarını hareket ettiremeyen hastalar için konuma ya da el ve kol hareketlerine ihtiyaç duymadan çevreleri ile iletişim kanalı oluturulması sayesinde hayatlarını kolaylatırmak ve dolayısıyla yaşam kalitelerini artırmak amaçlanmıştır.[1] Bu sistemin, engelli bireylerin bilgisayar kullanımını kolaylaştıracağı ve daha hızlı metin yazma imkânı sağlayacağı öngörülmüştür. Çalışmanın katkısı, göz hareketi ile yazı yazma işlemini daha kullanıcı dostu ve erişilebilir hale getirmektedir.

## II. ÖNERİLEN YÖNTEM

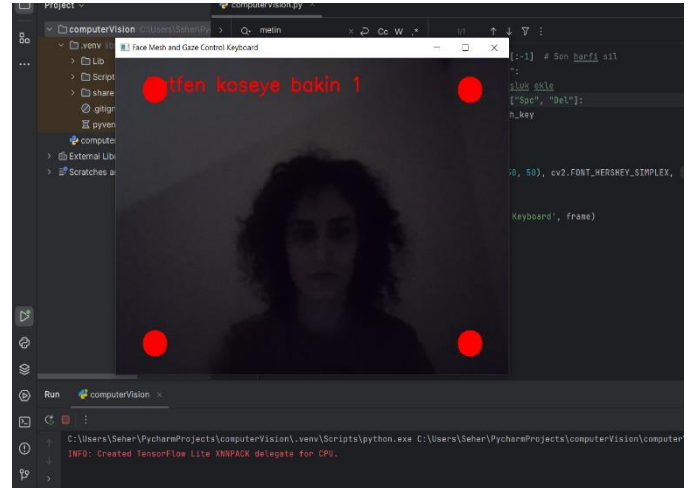
Bu çalışmada, göz hareketlerini izlemek ve bu verilerle bir sanal klavye üzerinde harf seçmek için **Mediapipe** kütüphanesi kullanılmıştır. Mediapipe, Google tarafından geliştirilen ve bilgisayarla görme (computer vision) uygulamalarında yaygın olarak kullanılan bir açık kaynaklı kütüphanedir. Bu kütüphane, özellikle göz, el, yüz ve vücut takibi gibi uygulamalarda kullanıcılara oldukça doğru sonuçlar sunmaktadır. Çalışmada, **göz hareketi takibi** ve **görsel etkileşimler** için Mediapipe'in sunduğu **Face Mesh** ve **Hand Tracking** modellerinden yararlanılmıştır. Mediapipe, kullanıcının gözlerini tespit eder ve bu gözlerin hareketlerini sürekli olarak takip eder. Bu takip işlemi sırasında, kullanıcının bakış açısı ve göz hareketlerinin doğru şekilde algılanabilmesi için **kalibrasyon noktaları** belirlenmiş ve bu noktalardan alınan verilerle sistemin doğruluğu artırılmıştır.[5]



Şekil 1. Sistemin akış şeması

### Kalibrasyon ve Görsel Uyarılar

Göz hareketlerinin doğruluğunu artırmak amacıyla, sistemde belirlenen kalibrasyon noktalarına kullanıcıya görsel uyarılar verilmiştir. Kullanıcı, ekranın 4 köşesinde bulunan kırmızı noktalara odaklanarak kalibrasyonu tamamlamaktadır. Kullanıcının hangi noktaya bakacağını yönlendirmesi sistem tarafından yapılmıştır, örneğin 1. köşedeki kırmızı noktaya baktığında boşluk tuşuna basması gerekir bu şekilde kullanıcı doğru noktaya bakarak kalibrasyonu yapar. Kalibrasyon noktaları, göz hareketlerinin ekran koordinatlarına dönüşümünü doğru yapabilmek için oldukça önemlidir. Kalibrasyon sonrasında, sistem göz hareketlerini izlemiştir ve bu hareketlere göre sanal klavye üzerindeki harfleri seçmiştir. Bu işlemde, **OpenCV** ve **Mediapipe** birlikte çalışarak göz koordinatlarını daha hassas bir şekilde ekran koordinatlarına dönüştürmüştür.[6]



Şekil 2. Projenin kalibrasyon aşaması

### Göz Hareketlerinin Ekran Koordinatlarına Dönüştürülmesi

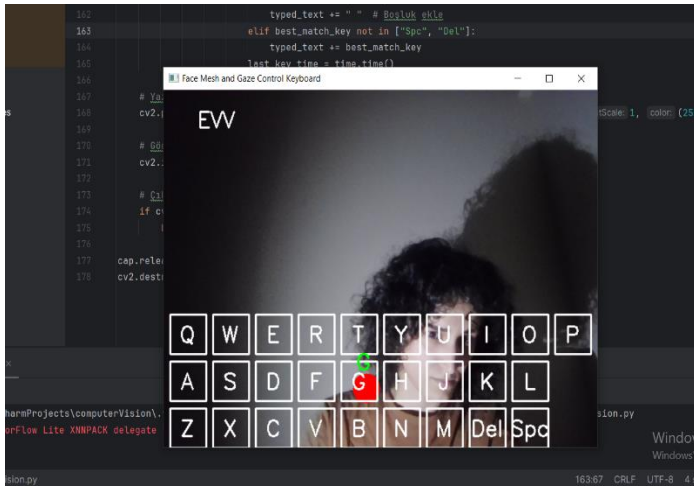
Göz hareketleri, Mediapipe tarafından sağlanan **göz noktası koordinatları** kullanılarak izlenmiştir. Bu koordinatlar, genellikle 3D uzayda ifade edilmiş ve bir ekran üzerinde bu koordinatların doğru şekilde yerleştirilmesi gerekli olmuştur. Bunun için **OpenCV** kütüphanesi kullanılarak, kameradan alınan görüntülerin çözünürlüğüyle ekran çözünürlüğü arasındaki fark hesaplanmış ve göz hareketlerinin doğru bir şekilde ekran üzerinde gösterilmesi sağlanmıştır. Göz hareketi, sistem tarafından izlendikten sonra, bu veriler ekran üzerinde belirli bir koordinata dönüştürülmüştür. **NumPy** kütüphanesi, bu dönüşüm işlemlerinde matris hesaplamaları ve koordinat dönüştürme işlemleri için kullanılmıştır.[7]

### Görsel Geri Bildirimler

Kullanıcıya, her tuşa dair görsel geri bildirimler sunulmaktadır. Örneğin, kullanıcı belirli bir harfe odaklandığında, o harf üzerinde hangi harfin üzerinde bulunduğu gösteren belirteçler eklenmiştir. **OpenCV**'nin sunduğu görsel işleme özellikleri bu animasyonlar için kullanılmıştır. Bu sayede kullanıcı, doğru tuşa odaklanıp odaklanmadığını görsel olarak takip edebilmiştir.

### Göz Koordinatlarının Yumuşatılması

Göz hareketlerinin daha hassas ve stabil bir şekilde izlenebilmesi için, göz koordinatları üzerinde **yumuşatma** işlemleri yapılmıştır. **OpenCV** ve **NumPy** kullanılarak yapılan bu işlemler, kullanıcıyı yanlış tuşlara yönlendiren küçük titreşimleri azaltmaya yardımcı olmuştur. Ayrıca, **time** modülü de kullanılarak sistemde gecikmeler önlenmiş ve işlem hızı optimize edilmiştir. Zamanlama optimizasyonu, göz hareketlerinin hızlı ve doğru bir şekilde algılanabilmesi için gerekli olmuştur.



Şekil 3. Sanal klavye ve harflere odaklanma aşaması

### III. GELİŞTİRİLEN YAZILIMIN TANITIMI

Geliştirilen yazılım, kullanıcının göz hareketlerini takip ederek, sanal bir klavye üzerinde harf seçmesini sağlayan göz tabanlı klavye uygulamasıdır. Yazılım, Mediapipe kütüphanesini kullanarak yüz ve göz işaretleme verilerini toplamıştır. Elde edilen veriler, kalibrasyon noktalarına göre ölçeklendirilerek ekran üzerinde doğru pozisyona yerleştirilmiştir. Klavye, dinamik olarak yani yüzü algıladığı sürece ekranın alt kısmına yerleştirilmiş ve her bir tuşa, gözün odaklandığı pozisyona göre renkli görsel geri bildirim eklenmiştir. Kullanıcı bir tuşa 3 saniye boyunca odaklandığında, tuş seçilmiş ve yazı eklenmiştir. Yazılım, göz koordinatlarını düzgün hale getirerek, doğru ve hızlı bir yazma deneyimi sunmuştur.

### V. DENEYSEL SONUÇLAR

Yazılım, göz hareketlerinin doğruluğunu ve sistemin klavye üzerindeki harf seçme yeteneğini test etmek amacıyla çeşitli kullanıcılar tarafından test edilmiştir. Göz hareketlerinin doğru şekilde algılanması, kalibrasyon noktalarının doğru seçilmesiyle ve kalibrasyonun sistem tarafından doğru yapılabilmesiyle doğrudan ilişkilidir. Kullanıcılar, doğru kalibrasyon sonrası sistemin işlevselliğini yüksek doğrulukla kullanabilmişlerdir. Ayrıca, yumuşatma algoritması ile göz koordinatları daha stabil hale getirilmiş ve kullanıcıların daha doğru tuş seçimleri yapması sağlanmıştır. Bu sistemin hareket engeli olan bireyler için oldukça faydalı olacağı gözlemlenmiştir.

### VI. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yapılan testlerin sonuçları, göz hareketleri ile metin yazma sürecinin doğruluğunu ve verimliliğini artırmak için geliştirilen yazılımın fayda sağladığını göstermiştir. Kalibrasyon süreci ne kadar iyi gerçekleştirilebilirse, kullanıcıların göz hareketlerinin doğru şekilde takip edilmesi ve harflerin doğru seçilebilmesi o

kadar iyi olmuştur. Sistem, engelli bireyler için erişilebilir bir alternatif sunmakta ve kullanımı kolay bir çözüm ortaya koymaktadır. Ancak, ışık koşulları ve çevresel faktörler gibi dış etkenler, sistemin doğruluğunu etkileyebilmektedir. Örneğin kullanıcının yüzünün çok net görünmediği karanlık bir ortamda kalibrasyon tam olarak yapılamadığından bu sebeple de göz hareketlerinin tam olarak algılanamamasından dolayı klavyede harflerin seçimi zor olmuştur. Bir başka örnekte ise kullanıcının yüzünün tam olarak görünmediği bir sistemin de kalibrasyonu ve aynı zamanda harflere odaklanılması da zor olmuştur. Gelecek çalışmalarda bu etkenlerin minimize edilmesi için iyileştirmeler yapılacaktır.

### KAYNAKLAR

- [1] Uşaklı, A. B., & Gürkan, S. (2009). Elektrokülogram Tabanlı Yeni Bir İnsan Bilgisayar Arabirimi ve Sanal Klavye Olarak Uygulaması A Novel Electrooculogram-Based Human Computer Interface and Its Application as a Virtual Keyboard.
- [2] TONGUÇ, Ö. Ü. G. ÇOKLUORTAM VERİ İŞLEME VE ANALİZ KÜTÜPHANELERİ: MEDIAPIPE GÖRÜNTÜ İŞLEME ARAÇLARI. *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler*, 464. M. King and B. Zhu, "Gaming strategies," in Path Planning to the West, vol. II, S. Tang and M. King, Eds. Xian: Jiaoda Press, 1998, pp. 158-176.
- [3] Google Inc. (2021). *Mediapipe: A Framework for Building Cross-Platform Multimodal Applications*. Retrieved from <https://mediapipe.dev>
- [4] Smith, J., & Taylor, M. (2020). *Advances in Eye-Tracking Technologies for Assistive Communication*. Journal of Assistive Technology, 25(3), 101-115. M. Young, *The Technical Writer's Handbook*, Mill Valley, CA: University Science, 1989.
- [5] Mediapipe: Cross-platform, customizable ML solutions for live and streaming media. Retrieved from <https://mediapipe.dev/>.
- [6] Madan, C. R. (2021). "Tools and Techniques for Studying the Human Brain: A Primer for Psychologists." *Psychology Press*.
- [7] Sanner, M. F. (2020). "Python: A Programming Language for Software Integration and Development in the Life Sciences." *Frontiers in Bioinformatics*, 4, 1-10.