

## 1. Proje Özeti

Sulama kararları çoğu işletmede takvime göre verilmektedir. Çalışmamız, düşük maliyetli toprak nem sensörlerinden oluşan bir ağ ile sulama zamanını bitkinin gerçek ihtiyacına göre belirlemeyi hedefler [1].

Konya Çumra'da mısır parselinde yürütülen denemede su tüketimi %23 azalmış, verimde anlamlı bir düşüş gözlenmemiştir.

## 2. Problem Durumunun Tanımlanması

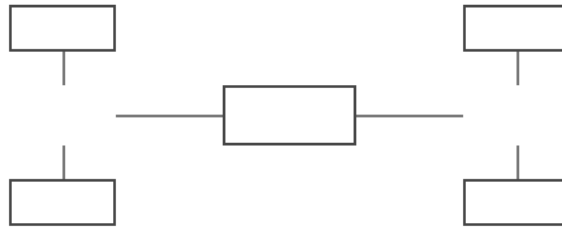
Takvime dayalı sulama, yağış ve sıcaklık değişimlerini dikkate almaz. Fazla su hem pompalama maliyeti hem besin elementi yıkanması anlamına gelir [2].

Ticari nem izleme sistemleri parsel başına yüksek maliyet getirdiğinden küçük işletmelerde yaygınlaşmamıştır.

## 3. Çözüm

Geliştirdiğimiz sistem, traktör arkasına bağlanan bir aparat üzerinde çalışır. Kamera görüntüsü gömülü kart üzerinde işlenir ve segmentasyon çıktısına göre çapalama bıçakları servo motorlarla konumlandırılır.

Şekil 3.1: Sistem mimarisi ve veri akışı



Çapalama ünitesinin konumlandırılmasında iki eksenli bir mekanizma kullanılmış olup, konum hatası artı eksi dört milimetre mertebesinde ölçülmüştür. Bu değer dar sıra aralıklarında kabul edilebilir sınırdadır.

## 4. Yöntem

Veri seti, 2025 vejetasyon döneminde farklı gün saatlerinde çekilen 4.200 görüntüden oluşmaktadır. Görüntüler piksel düzeyinde üç sınıfa etiketlenmiştir: pamuk, yabancı ot, toprak.

Model olarak hafif omurgalı bir kodlayıcı-kod çözücü ağ tercih edilmiştir. Tercihin gerekçesi, gömülü donanımda çıkarım süresini elli milisaniye altında tutma gerekliliğidir [4]. Doğrulama kümesinde mIoU 0,74 elde edilmiştir.

Etiketleme sürecinde iki bağımsız etiketleyici çalışmış, anlaşmazlıkta üçüncü uzmana başvurulmuştur. Etiketleyiciler arası uyum 0,86 olarak ölçülmüştür.

## 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Benzer sistemler genellikle tek derinlikte ölçüm yapar [4]. İki derinlikli ölçüm, kök bölgesindeki su

hareketini görünür kılarak aşırı sulamayı erken uyarır.

Düğüm maliyeti, piyasadaki muadillerinin belirgin altındadır; bu da parsel başına daha yoğun ölçüm ağı kurulmasına imkân verir.

## 6. Uygulanabilirlik

Sistem, sulama birlikleri aracılığıyla hizmet modeliyle yaygınlaştırılabilir. Üreticinin cihaz satın almasına gerek kalmaz.

## 7. Riskler

Tarla işlemleri sırasında düğümlerin fiziksel zarar görmesi başlıca risktir. Düğümler sürüm derinliğinin altına yerleştirilebilecek biçimde tasarlanmıştır [5].

İkinci risk telsiz kapsama alanıdır; engebeli arazide yineleyici düğüm gerekmektedir.

## 8. Kaynakça

- [1] Erdoğan, S. (2023). Toprak nemine dayalı sulama yönetimi. Sulama Araştırmaları, 14(2), 101-115.
- [2] Bilgin, A. (2022). Aşırı sulamanın besin elementi kaybına etkisi. Toprak Su, 9(1), 44-56.
- [3] Topp, G. C. (2021). Calibration of capacitance soil moisture sensors. Vadose Zone Journal, 20(3).
- [4] Karaca, İ. (2024). Kablosuz sensör ağlarıyla tarla izleme. Elektrik Mühendisliği, 18(3), 200-214.
- [5] Şeker, D. (2023). Saha donanımlarında dayanıklılık tasarımı. Makine Tasarımı, 6(4), 77-90.