

**YAPAY ZEKA MODELLERİYLE METASTATİK KASTASYONA DUYARLI
PROSTAT KANSERİNDE PSA NADİRE ULAŞMA OLASILIĞININ ERKEN
TAHMİNİ**

Cevat İlateriş Kıkılı¹, Hayri Kağan Gören², Nur İlayda Genç², Feyyaz Hazar Yağmur², Caner Kapar³, Bahadır Köylü¹, Fatih Kemik¹, İbrahim Çil⁴, Aykut Özmen⁵, Fatih Selçukbiricik¹, Deniz Tural¹

¹Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Tıbbi Onkoloji Bilim Dalı

²Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı

³Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim Ve Araştırma Hastanesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Tıbbi Onkoloji Bilim Dalı

⁴Ümraniye Eğitim Ve Araştırma Hastanesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Tıbbi Onkoloji Bilim Dalı

⁵Çam Sakura Şehir Hastanesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Tıbbi Onkoloji Bilim Dalı

Giriş: Erken dönemde PSA nadirine ulaşılması, metastatik hormon duyarlı prostat kanserinde (mHSPC) iyi tanımlanmış bir prognostik belirteçtir. PSA kinetiğinin anlaşılması, tedavinin optimize edilmesi ve hastalık yönetimi açısından kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, başlangıç ve 3. ay PSA ölçümlerine dayanarak 6. ayda $\leq 0,2$ ng/mL PSA nadirine ulaşma olasılığını öngören bir makine öğrenimi modelinin geliştirilmesi ve dış merkez doğrulamasının yapılması amaçlanmıştır.

Materyal - Metot: Bu retrospektif çalışmaya mHSPC tanılı toplam 211 hasta dahil edildi (Eğitim seti: 168 [%80], Test seti: 43 [%20]). Birincil sonlanım noktası, tedavi başlangıcından sonraki 6. ayda $\leq 0,2$ ng/mL PSA nadirine ulaşılması olarak belirlendi. Tedavi tipi, Gleason skoru, metastatik hacim ve dağılım paterni, komorbidite durumu, yaş, başlangıç ve 3. ay PSA düzeyleri, ALP, LDH ve hemoglobin gibi klinik ve laboratuvar değişkenleri prediktör olarak kullanıldı. Veri ön işleme sürecinde eksik veriler için tekrarlı imputasyon, düşük varyanslı değişkenlerin elenmesi ve özellik ölçeklendirme yöntemleri uygulandı. Veri sızıntısını ve aşırı uyumu önlemek amacıyla iç içe (nested) çapraz doğrulama çerçevesinde iki prediktif model — lojistik regresyon ve gradient boosting (GB) — geliştirildi. Hiperparametreler grid search yöntemi ile optimize edildi ve model performansı bağımsız bir test setinde (n=43) değerlendirildi. Klinik uygulanabilirliği incelemek amacıyla kalibrasyon analizi, Brier skoru, bootstrap analizi ve karar eğrisi analizi gerçekleştirildi. Model yorumlanabilirliği SHAP analizi ile değerlendirildi ve ayrıca iki bağımsız kohortta harici doğrulama yapıldı.

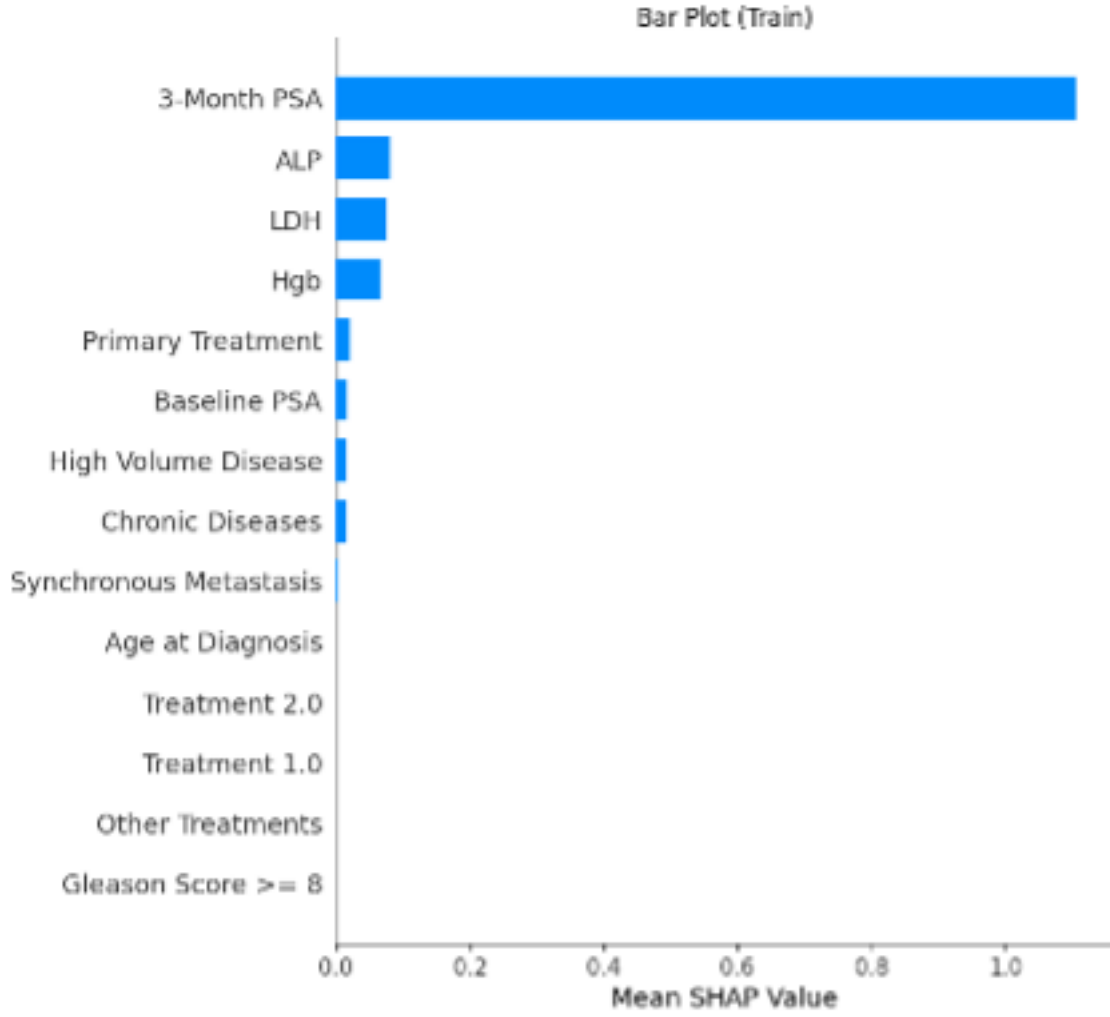
Bulgular: İç içe (nested) çapraz doğrulama analizinde, GB modeli (recall dışındaki) tüm performans ölçütlerinde lojistik regresyon modelinden üstün bulunmuş ve nihai model olarak seçilmiştir. Test setinde (n = 43), GB modeli %86,1 doğruluk, 0,88 ROC-AUC, %82,6 duyarlılık ve %90,0 özgüllük elde etmiştir. SHAP analizi, 3. ay PSA, ALP, LDH ve hemoglobin düzeylerinin en etkili değişkenler olduğunu göstermiştir. Model iyi kalibrasyon sergilemiş (Brier skoru = 0,12) ve %20 ile %78 risk eşikleri arasında pozitif net klinik fayda sağlamıştır. İki merkezli harici doğrulama kohortunda (n = 66) model güçlü prediktif performansını sürdürmüştür (ROC-AUC = 0,85; doğruluk = %86,4; duyarlılık = %75,0; özgüllük = %94,7).

Sonuç: Gradient boosting (GB) tabanlı modelimiz, mHSPC hastalarında 6. ay PSA nadirine ulaşılmasını yüksek doğrulukla öngörmüş ve güçlü genellenebilirlik göstermiştir. Bu model, PSA nadirine ulaşma olasılığı düşük olan hastaların erken dönemde belirlenmesine katkı sağlayarak, tedavi yoğunlaştırılması ve kişiselleştirilmiş hastalık yönetimi kararlarını destekleyebilir.

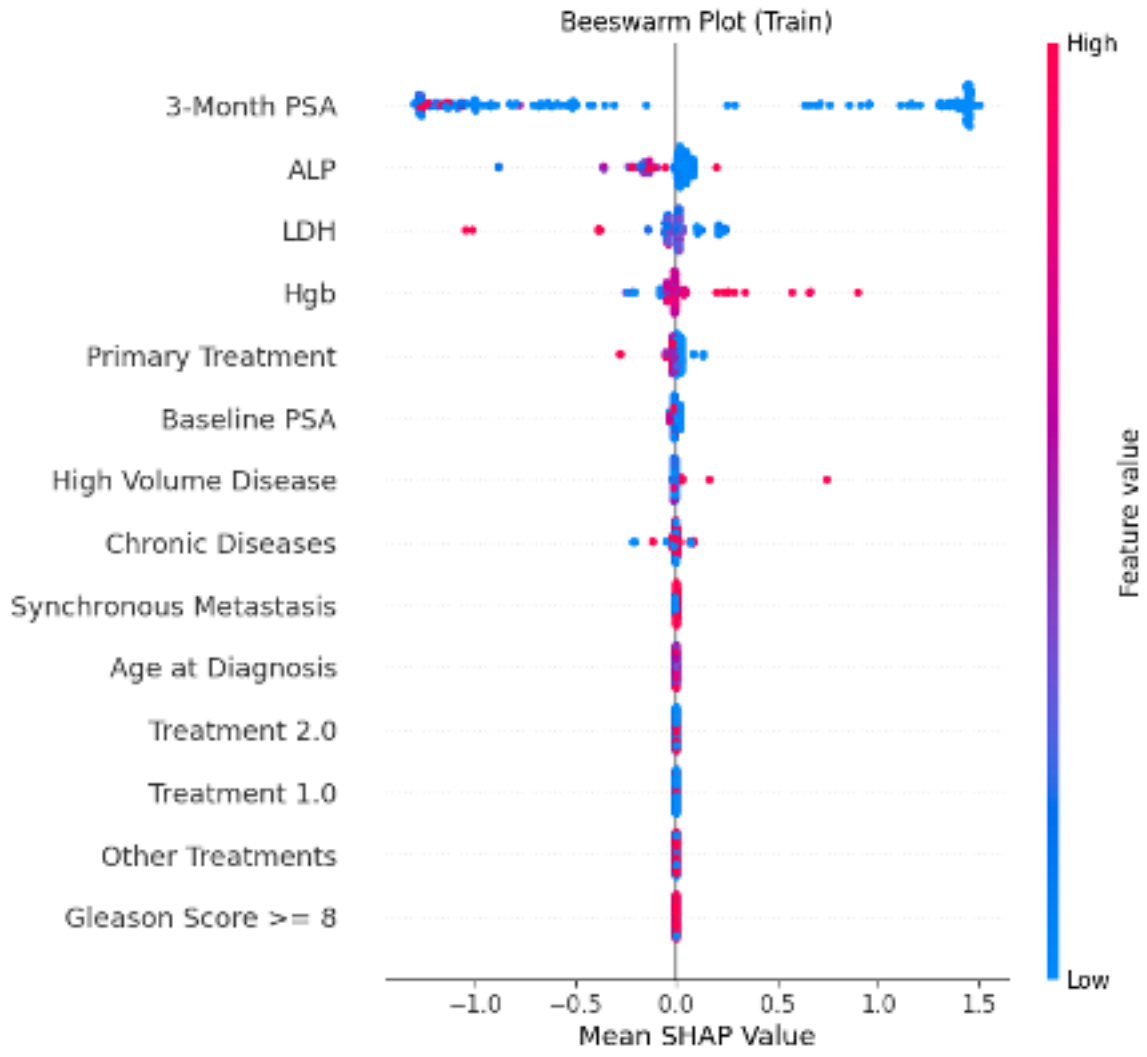
Anahtar Kelimeler : Yapay Zeka, PSA nadir, mHSPK, Metastatik Hormon Sensitif Prostat Kanseri

Resimler :

Resim Açıklaması: Figure 1



Resim Açıklaması: Figure 2



Resim Açıklaması: Figure 3

