

İSTANBUL TOPKAPI ÜNİVERSİTESİ

Mühendislik Fakültesi – Yazılım Mühendisliği Bölümü

FET312 – Derin Öğrenme

2025/26 Güz Dönemi

Giyim Ürünlerinde Renk Uyumu Analizi

Grup Adı: NeiPalette

Grup Üyeleri:

Nehir Sevil – 123456

Burak – 654321

Hamza – 789012 –

GitHub Bağlantısı:

<https://github.com>

GİRİŞ

Bu proje, giyim ürünlerinin görsellerinden dominant renk paletlerini çıkararak kullanıcıya uyumlu kombin önerileri sunmayı hedeflemektedir. Günümüzde e-ticaret platformlarında kullanıcıların karşılaştığı en büyük sorunlardan biri, ürünlerin tekil olarak sunulması ve kombin önerilerinin sınırlı olmasıdır. Kullanıcılar, satın aldıkları bir ürünün hangi renklerle uyumlu olacağını veya hangi tamamlayıcı parçalarla birlikte kullanılabileceğini çoğu zaman kendi deneyimlerine dayanarak tahmin etmek zorunda kalmaktadır. Bu durum, hem kullanıcı deneyimini sınırlamakta hem de satış potansiyelini düşürmektedir.

Bilimsel açıdan temel soru ise şudur:

“Bir giyim ürününün görselinden elde edilen renk paleti, derin öğrenme yöntemleriyle analiz edilerek, bu ürünün hangi renklerle uyumlu kombinler oluşturabileceği güvenilir şekilde tahmin edilebilir mi?”

Bu projede geliştirdiğimiz NeiPalette sistemi, giyim ürünlerinin görsellerini analiz ederek renk paletlerini çıkarmakta, bu paletler üzerinden renk uyumu tahmini yapmakta ve kullanıcıya tamamlayıcı renk ve ürün önerileri sunmaktadır

Proje, hibrit bir problem türü olarak tasarlanmıştır. Öncelikli olarak **sınıflandırma** görevi kapsamında, giyim ürünlerinin görsellerinden çıkarılan renk paletleri kullanılarak iki ürünün renk uyumlu veya uyumsuz olup olmadığı tahmin edilecektir. Bunun yanı sıra, sistem bir **öneri sistemi** işlevi görerek kullanıcının seçtiği ürünün rengine göre en uygun tamamlayıcı renk ve ürün önerilerini sunacaktır. Ayrıca, renk paletlerinin doğal gruplarını keşfetmek amacıyla **kümeleme** yöntemleri yardımcı bir görev olarak kullanılabilir. Dolayısıyla proje, hem sınıflandırma hem öneri sistemi hem de kümeleme görevlerini bir araya getiren hibrit bir yapıya sahiptir.

Hedef değişkenler iki düzeyde tanımlanmıştır. İlk olarak, giyim ürünlerinin görsellerinden çıkarılan renk paletleri üzerinden iki ürünün renk uyumlu olup olmadığını belirleyen **binary sınıflandırma etiketi** kullanılacaktır. Bu bağlamda pozitif sınıf “uyumlu (1)”, negatif sınıf ise “uyumsuz (0)” olarak tanımlanmıştır. İkinci olarak, sistemin öneri boyutunda kullanıcı tarafından seçilen ürünün dominant rengi giriş olarak alınacak ve model bu renge karşılık gelen **tamamlayıcı renk vektörünü** tahmin edecektir. Bu vektörler RGB veya CIELAB renk uzayında normalize edilmiş sayısal değerler biçiminde ifade edilecektir. Dolayısıyla proje hem etiket tabanlı sınıflandırma hem de sayısal vektör tahmini hedef değişkenlerini içerir.

Başarı kriterlerimiz:

OC AUC \geq **0,80**

Accuracy \geq **0,75**

F1-Score \geq **0,70**

PROJE YÖNETİMİ VE GÖREV DAĞILIMI

Projede çalışma düzeni ve sorumluluklar şu şekilde planlanmıştır:

Nehir Sevil (23040301072): DeepFashion2 veri setinin incelenmesi, veri ön işleme sürecinin oluşturulması, dominant renk çıkarımı ve veri seti açıklaması ile etik bölümlerinin yazımı.

Sertaç Burak Eren (23040301095): Model mimarisinin tasarlanması, derin öğrenme modelinin eğitimi, hiperparametre aramaları ve deney sonuçlarının grafik ve tablolarla raporlanması.

Hamza Bayır (23040301041): Baseline yöntemlerinin kurulması ve karşılaştırma deneyleri, öneri çıktılarının analiz edilmesi, örnek kombin görsellerinin hazırlanması ve sonuçlar ile gelecek çalışmalar bölümlerinin yazımı.

Tüm grup üyeleri raporun son halinin gözden geçirilmesi, sunum slaytlarının hazırlanması ve Jupyter notebook'larının düzenlenmesi konularında ortak çalışmıştır.

İLGİLİ ÇALIŞMALAR

[1] DeepFashion2: A Versatile Benchmark for Detection, Pose Estimation, Segmentation and Re-Identification of Clothing : 491K görsel ve 801K giyim ürünü içeren, moda alanında en kapsamlı veri setlerinden biridir. Bu veri seti genellikle kategori ve pose odaklı kullanılmıştır; biz ise renk uyumu analizi için kullanıyoruz.

[2] Li, Hung-Chung et al. (2025). Establishing Colour Harmony Evaluation and Recommendation Model for Clothing Colour Matching Based on Machine Learning and Deep Learning : Renk uyumu tahmininde yüksek doğruluk elde edilmiştir. Biz yalnızca uyumu ölçmekle kalmıyor, aynı zamanda tamamlayıcı ürün önerisi yapıyoruz.

VERİ AÇIKLAMASI VE YÖNETİMİ

Projede kullanılan veri seti DeepFashion2'dir. Bu veri seti, 50.000'den fazla giyim ürünü görseli, her görsel için ürün kategorisi (tişört, pantolon, elbise vb.), segmente edilmiş ürün bölgeleri için maskeler ve bazı örnekler için renk/özellik etiketleri içermektedir. Veri seti, moda analizi, segmentasyon, stil sınıflandırması ve benzeri uygulamalar için tasarlanmıştır. Bu proje kapsamında veri setinin görselleri, ürün kategorisi bilgisi ve segmentasyon maskeleri kullanılmıştır.

Her örnek (giyim ürünü) için tutulan başlıca öznitelikler şunlardır:

Görsel: RGB formatında kıyafet fotoğrafı.

Kategori: T-shirt, Dress, Pants gibi.

Segmentasyon maskesi: Ürünün piksel bazında konumunu belirten maske.

Türetilmiş renk özellikleri: Her görsel için 3–5 adet dominant renk vektörü; RGB ve Lab uzayında temsil edilir.

Görsel embedding: Önceden eğitilmiş bir CNN (ör. ResNet-50) üzerinden çıkarılan yüksek boyutlu özellik vektörü.

DeepFashion2 veri seti, araştırma amaçlı kullanım için yayımlanmış bir veri setidir. Bu projede veri seti yalnızca akademik amaçla kullanılmıştır. Veri setinde gerçek kullanıcı kimliği veya kişisel veri bulunmadığından, KVKK ve GDPR açısından doğrudan bir risk oluşmamaktadır. İleride kullanıcı bazlı kişiselleştirme eklenecek senaryolarda, kullanıcı verilerinin anonimleştirilmesi, minimizasyonu ve güvenli depolanması gerekmektedir.

YÖNTEMLER VE MİMARİ

Problem Tanımı:

Proje üç ana bileşenden oluşmaktadır:

1. Dominant renk çıkarımı: Giyim ürününün görselinden ürün bölgelerine odaklanarak 3–5 adet dominant renk vektörünün elde edilmesi.
2. Renk uyumu tahmini: Verilen bir renk veya renk paleti ile başka bir ürünün renk paleti arasındaki uyum skorunun (0–1 arası) tahmin edilmesi.
3. Tamamlayıcı ürün önerisi: Kullanıcının seçtiği ürün rengine göre, veri setindeki diğer ürünler arasından uyum skoruna göre sıralanmış kombin önerileri listesi üretmek.

Ön İşleme Adımları:

Görseller sabit boyuta (örneğin 224×224) yeniden boyutlandırılmış, segmentasyon maskesi kullanılarak arka plan mümkün olduğunca azaltılmış ve renk çıkarımı öncelikle ürün bölgesinden yapılmıştır. Color quantization ve k-means ile 3–5 dominant renk belirlenmiş, bu renkler RGB ve Lab uzayına dönüştürülerek normalize edilmiştir. Eğitim sırasında veri artırma olarak yatay çevirme, hafif döndürme ve parlaklık/kontrast jitter gibi işlemler uygulanmıştır.

Model Mimarisi:

Projede önerilen mimari, çok girişli ve çok çıkışlı (multi-input, multi-task) bir derin sinir ağıdır:

- Görsel gövde (image backbone): Önceden ImageNet üzerinde eğitilmiş bir ResNet-50 kullanılmış, son katmandan elde edilen 2048 boyutlu vektör, giyim ürününün genel görsel temsilini sağlamıştır.
- Renk başlığı (color head): Her görsel için elde edilen dominant renk vektörleri tam bağlantılı katmanlara verilerek 64 boyutlu bir renk embedding'i üretilmiştir.
- Meta başlığı (meta head, opsiyonel): Kategori ve benzeri meta veriler embed edilerek küçük bir dense katmandan geçirilmiştir.
- Birleştirme katmanı (fusion): Görsel, renk ve meta embedding'leri birleştirilerek ortak bir gizli katmana aktarılmıştır.
- Çıkış katmanları: Renk uyumu skoru (regresyon), tamamlayıcı renk sınıfı (sınıflandırma) ve öneri skoru üreten başlıklardan oluşmuştur.

Kayıp Fonksiyonları:

Toplam kayıp fonksiyonu üç bileşen içermektedir: renk uyumu regresyonu için MSE, uyum sınıfı için Cross-Entropy Loss ve öneri sıralaması için pairwise ranking loss. Toplam kayıp; $L_{total} = w_1 \cdot L_{compat} + w_2 \cdot L_{class} + w_3 \cdot L_{reco}$ biçiminde tanımlanmış ve w_1 , w_2 , w_3 ağırlıkları deneysel olarak ayarlanmıştır.

DENEY TASARIMI

Bu bölümde iki ana deney kurgulanmıştır: Birincisi basit bir MVP/baseline deney, ikincisi ise derin öğrenme tabanlı hibrit öneri sistemi deneyi.

Deney 1 – Baseline: Sadece Renk Vektörleri ile Uyum

Bu deneyde amaç, görsellerden çıkarılan dominant renk vektörlerinin herhangi bir derin model olmadan basit istatistiksel ölçülerle ne kadar iş görebileceğini görmek, yani renk temelli bir alt sınır performansı belirlemektir.

Her ürün için 3–5 dominant renk vektörü çıkarılmış ve ürün çiftleri arasında bu vektörler üzerinden benzerlik skoru (örneğin Euclidean mesafe veya cosine similarity) hesaplanmıştır. Bu skor, basit bir uyum puanı olarak kullanılmıştır. Sınırlı sayıda ürün çifti üzerinde manuel veya heuristik uyum etiketleri oluşturularak, bu temel yaklaşımın ne kadar başarılı olduğu gözlemlenmiştir.

Değerlendirmede renk uyumu için MAE ve RMSE, sınıflandırma senaryolarında Accuracy, F1 ve ROC-AUC; öneri kalitesi için ise Hits@K ve Recall@K metrikleri kullanılmıştır.

Deney 2 – Derin Öğrenme Tabanlı Hibrit Öneri Sistemi

İkinci deneyde amaç, CNN tabanlı görsel embedding, renk embedding ve (varsa) meta verileri birlikte kullanarak hem renk uyumu tahmini hem de kişiselleştirilmiş öneri üreten bir sistem geliştirmektir.

Bu deneyde bölüm 4’te tanımlanan çok girişli, çok başlıklı mimari uygulanmış; Adam/AdamW optimizasyonu, $1e-3$ – $1e-4$ aralığında öğrenme oranları ve 32–64 aralığında batch size değerleri denenmiştir. Epoch sayısı yaklaşık 20–30 olarak seçilmiş, erken durdurma (early stopping) ile aşırı öğrenme riskine karşı önlem alınmıştır.

Değerlendirme metrikleri olarak renk uyumu için RMSE, MAE ve korelasyon; sınıflandırma için Accuracy, F1 ve ROC-AUC; öneri kalitesi için Hits@K, Recall@K ve NDCG@K kullanılmıştır. Ayrıca tek bir örnek için ileri besleme süresi ölçülmüş ve pratik bir sistem için 50 ms altında kalması hedeflenmiştir. Rapor tesliminde model performansları tablo hâlinde sunulacak ve baseline ile derin model sonuçları karşılaştırılacaktır.

Sonuçlar:

Yapılan deneylerde, yalnızca renk vektörlerine dayalı baseline yaklaşımının belirli durumlarda makul sonuçlar verdiği, ancak karmaşık desenler, arka plan etkisi ve stil farklılıklarının olduğu örneklerde yetersiz kaldığı gözlemlenmiştir. Derin öğrenme tabanlı hibrit model ise görsel ve renk bilgilerini birleştirerek daha zengin bir temsil sunmuş ve metriklerde anlamlı iyileşme sağlamıştır.

Özellikle Lab renk uzayının, insan renk algısına daha yakın olduğu için renk uyumu görevinde daha stabil ve tutarlı sonuçlar ürettiği görülmüştür. Hiperparametre aramalarında daha karmaşık modellerin her zaman daha iyi performans vermediği, düzenleme (regularization) ve erken durdurma stratejilerinin önemli olduğu tespit edilmiştir.

Sistem, tek renkli ve sade ürünlerde oldukça başarılı kombinler önerirken, yoğun desenli ve çok renkli ürünlerin birlikte kullanıldığı durumlar daha zorlu örnekler olarak öne çıkmıştır. Bu gözlem, gelecekte doku ve desen özelliklerini de daha güçlü şekilde modele dahil etme gerekliliğini ortaya koymuştur.

Gelecek Çalışmalar:

Gelecek çalışmalar için; kullanıcı profilini sisteme dahil ederek kişiselleştirilmiş öneriler üretmek, sadece renge değil kumaş türü, desen ve stil özelliklerine dayalı çok boyutlu bir uyum modeli geliştirmek, web arayüzü üzerinden gerçek zamanlı bir demo hazırlamak ve gerçek kullanıcılarla A/B testleri yaparak sistemin tıklanma ve sepet ekleme oranlarına etkisini ölçmek planlanmaktadır. Bu yönleriyle NeiPalette projesi, renk uyumu odaklı öneri sistemlerine yönelik uygulanabilir, genişletilebilir ve ticari değeri olan bir temel sunmaktadır.

KAYNAKLAR

[1] Y. Ge, R. Zhang, L. Wang, X. Tang, and P. Luo,

"DeepFashion2: A Versatile Benchmark for Detection, Pose Estimation, Segmentation and Re-Identification of Clothing,"

in Proc. IEEE/CVF Conf. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2019, pp. 5337–5345.

[2] H.-C. Li, et al.,

"Establishing Colour Harmony Evaluation and Recommendation Model for Clothing Colour Matching Based on Machine Learning and Deep Learning,"

Journal of Fashion Technology, vol. 12, no. 3, pp. 45–58, 2025.