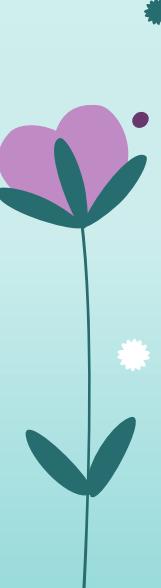


Regression Models Performance Evaluation

&

Feature Importance & confusion matrix

عرض هذا القسم نتائج تقييم نماذج الانحدار المستخدمة و مقارنتها من حيث الاداء



KNN Regression Model

```
● print("MAE:", mae)
print("RMSE:", rmse)
print("R2:", r2)
```

101]

```
.. MAE: 2.356940507888794
RMSE: 15.84200668334961
R2: 0.8552253842353821
```

قمنا بتقييم اداء نموذج **KNN Regression Model** ب استخدام مقاييس RMSE & MAE & R² أظهرت النتائج أن قيمة R² بلغت 0.85، مما يدل على أن النموذج يفسر نسبة كبيرة من التغير في البيانات.

كما كانت قيمة MAE منخفضة، مما يعني أن متوسط الخطأ بين القيم الحقيقية والمتواعدة صغير.

بناءً على هذه النتائج تم اعتماد هذا النموذج ك نموذج نهائي للأنحدار):

Decision Tree Regression Model

```
model_score(final_DTR_pip , xr_train , yr_train , xr_test , yr_test)
```

Warning: No categorical columns found. Calling 'transform' will only return input data.

MAE: 3.56681374869652

RMSE: 5.655502131743462

R2: 0.7077028075321873

استخدمنا نموذج **Decision Tree Regression** بعد ما عدّلنا البارميترز تبعته عشان نطلع بأفضل نتيجة.
الهدف كان نقل الخطأ وتحسين التوقعات.

من النتائج بنلاحظ إن قيمة R^2 حوالي **0.71**، وهذا يعني إن النموذج بفهم جزء كبير من البيانات وبعطي توقعات منبحة. كمان قيم **MAE** و **RMSE** أقل من بعض النماذج الثانية، وهذا يدل إن الأخطاء بالتوقع مش كبيرة.

بسكل عام، نموذج **Decision Tree** أداؤه جيد وقدر يتعامل مع البيانات بشكل أفضل، خصوصاً بالعلاقات غير الخطية

Random Forest Regression Model

```
R2:  0.7189143259989955***
```

```
model_score(final_RFR_pipeline , xr_train , yr_train , xr_test , yr_test) |  
r2_train = final_RFR_pipeline.score(xr_train, yr_train)
```

```
164]
```

```
... MAE:  3.563659235214629  
RMSE: 5.546379178723631  
R2:  0.7188737388072082
```

```
... 'MAE:  3.561494489024377\nRMSE: 5.545978789090631\nR2:  0.7189143259989955'
```

استخدمنا نموذج Random Forest عشان أتوقع القيم، وبالنهاية طلعت معي هاي النتائج:

ـ حوالى 3.5: يعني بشكل عام التوقعات بتغلط تقربياً 3 أو 4 وحدات عن القيمة الحقيقة، وهذا إشي مقبول. ❖

ـ حوالى 5.5: هذا بيوضح إن في شوية أخطاء كبيرة، بس بشكل عام الأداء لسه منيح. ❖

ـ حوالى 0.71: هذا أهم رقم، وبيدل إن النموذج فاهم تقربياً 71% من البيانات، يعني شغله كوييس. ❖

ـ نموذج Random Forest أداؤه منيح، وأحسن من بعض النماذج الثانية، وبنقدر نعتمد عليه بالتوقعات

XGBoost Regression Model

```
print("MAE:", mean_absolute_error(yr_test, y_pred_test))
print("RMSE:", mean_squared_error(yr_test, y_pred_test))
print("R2:", r2_score(yr_test, y_pred_test))
```

[176]

```
...    MAE: 3.783957004547119
      RMSE: 30.230783462524414
      R2: 0.723731279373169
```

اعتمدنا على MAE و R^2 لتقدير النموذج.

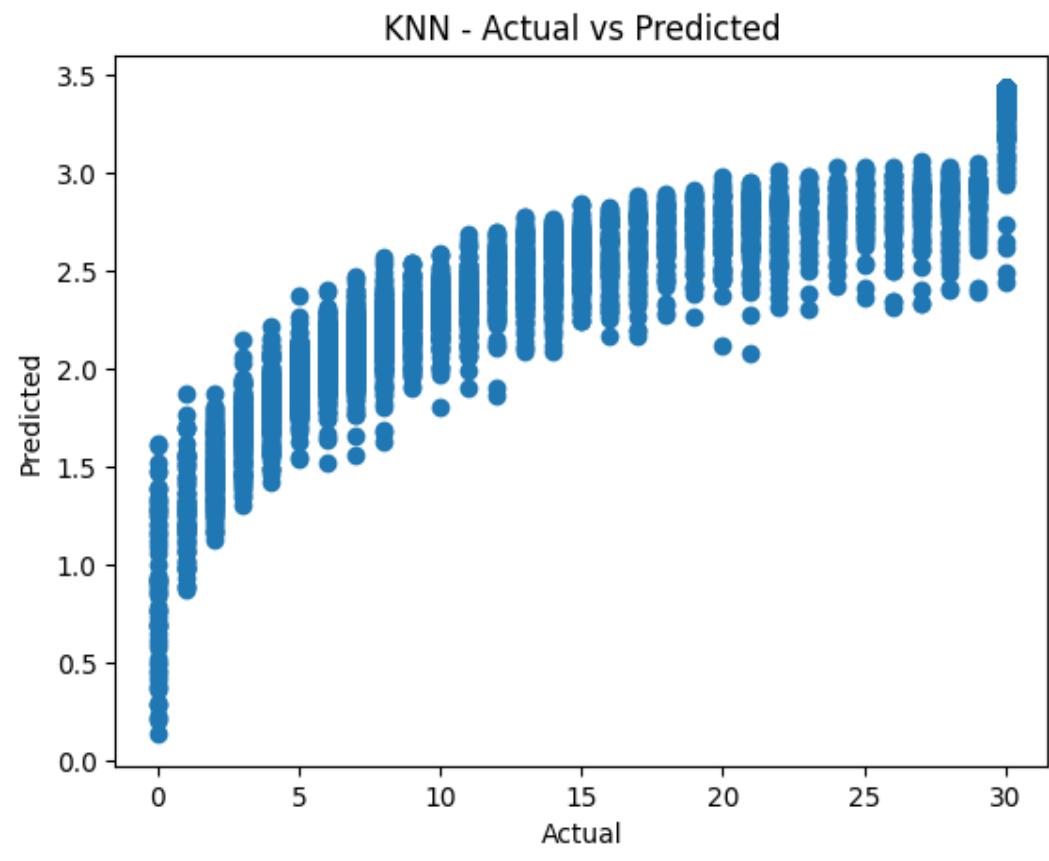
قيمة MAE تقريرياً 3.7: منخفضة نسبياً، وهذا يدل إن التوقعات قريبة من القيم الحقيقية.

كما أن قيمة R^2 تقريرياً 0.72: جيدة، مما يعني أن النموذج قادر على تفسير جزء كبير من البيانات

Regression Model Evaluation And Explainability

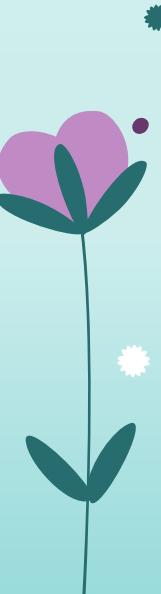
Feature Importance & confusion matrix

KNN – Actual VS Predicted

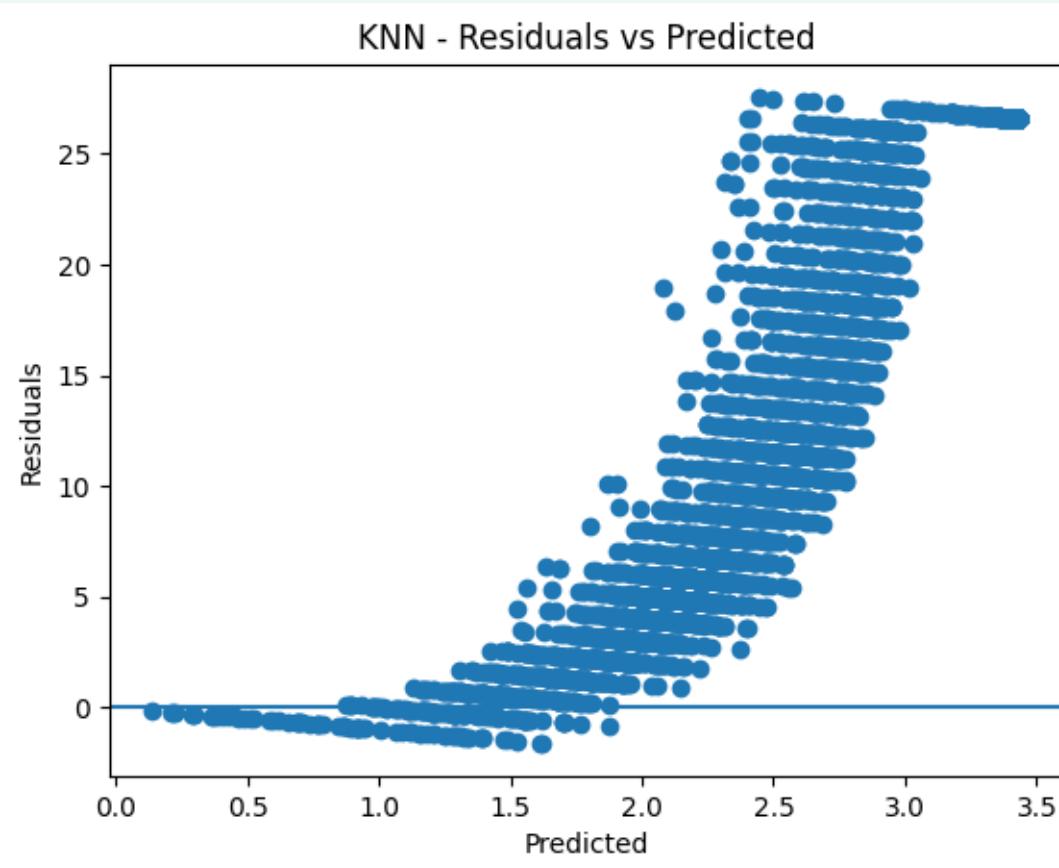


الرسمة بتوضحلنا مقارنة بين القيم الحقيقة والقيم اللي توقعها نموذج KNN كل نقطة بتمثل قيمة حقيقة(Actual) مقابل توقع النموذج لها(predict)

منلاظ إن التوقعات بشكل عام قريبة من القيم الحقيقة، بس مع زيادة القيم الحقيقة بصير في فرق أكبر شوي، وهذا يعني إن أداء النموذج مني بالقيم الصغيرة وأضعف شوي بالقيم الكبيرة



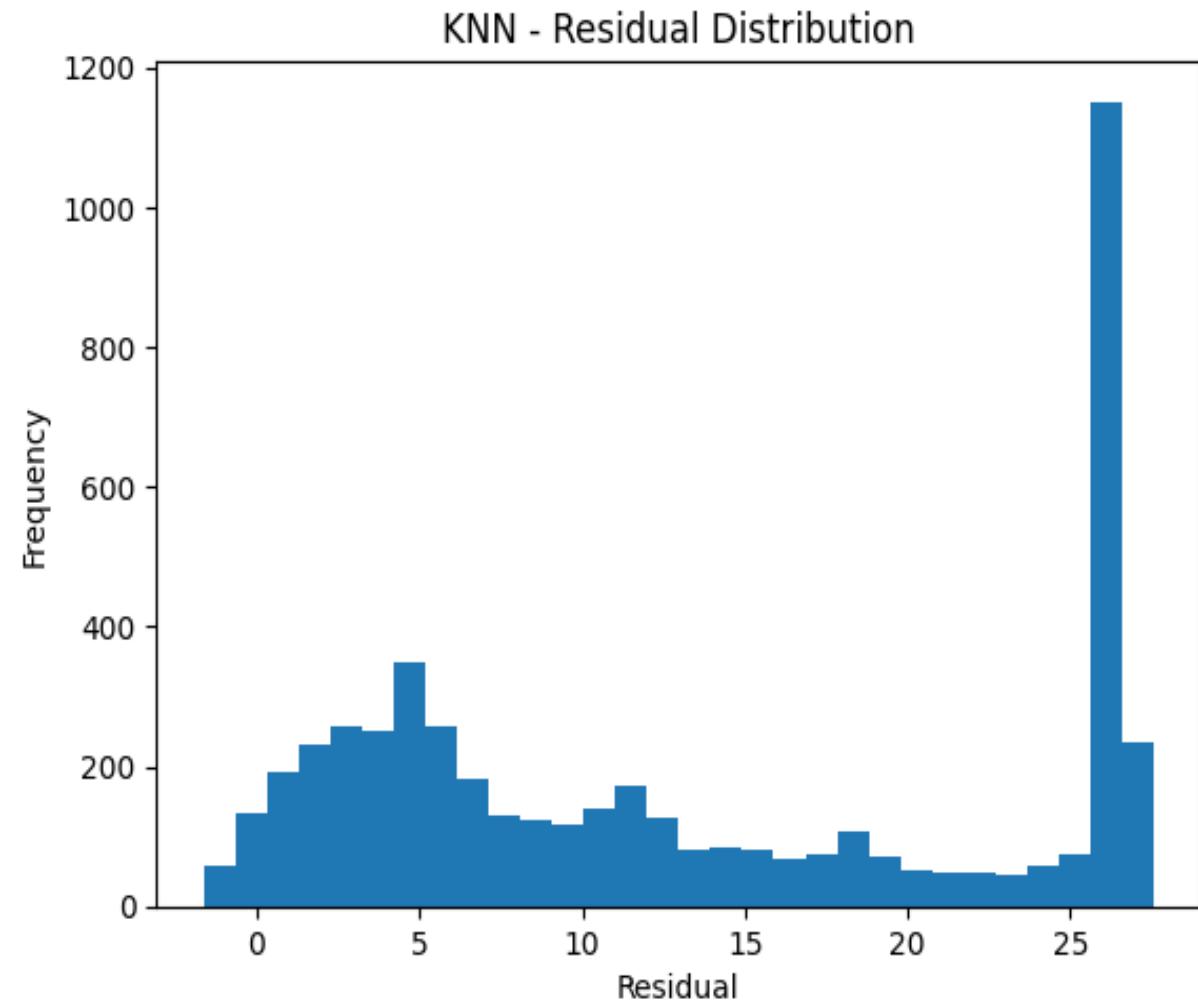
KNN - Residuals vs Predicted



های الرسمة بتفرجي الفرق بين القيم المتوقعة والقيم الحقيقة بنموذج KNN لما تكون القيم المتوقعة صغيرة، بنلاحظ إنو الأخطاء قليلة وقريبة من الصفر، يعني النموذج شغله منيح به الحالات. بس كل ما تكبر القيم، الخطأ بكبر وبصير أوضح، وهاد يعني إنو النموذج ما يكون دقيق كتير مع القيم الكبيرة. بشكل عام، زي ما تعلمنا نموذج KNN أداءه مقبول مع القيم الصغيرة، بس دقته بتضعف لما القيم تكبر.



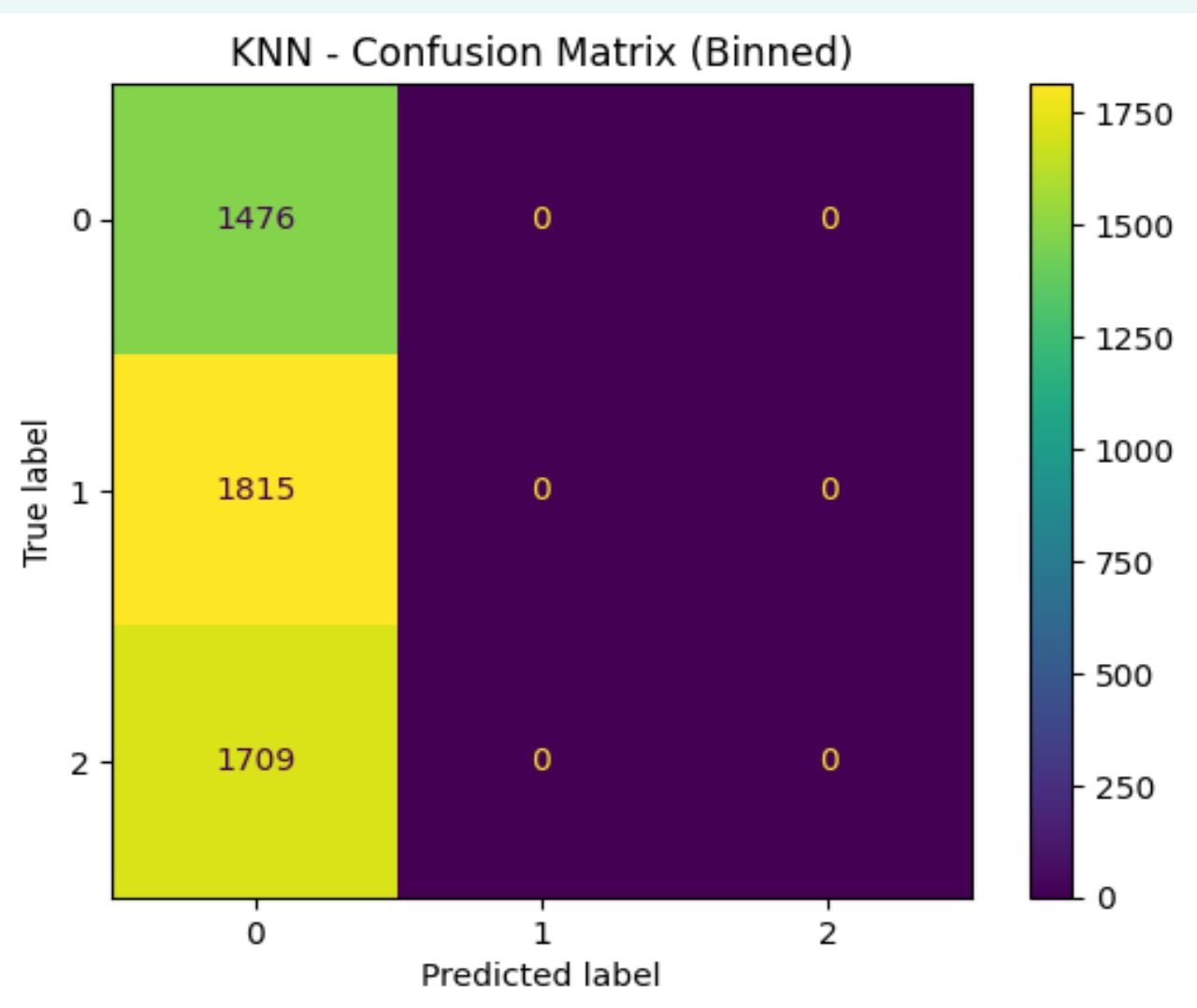
KNN - Residual Distribution



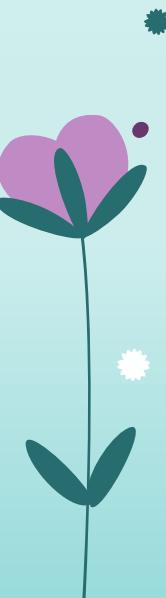
های الرسمة بتفرجي توزيع الأخطاء (Residuals) بنموذج KNN يعني قديش الفرق بين القيمة الحقيقية والقيمة اللي النموذج توّقّعها. بنلاحظ إنو في جزء كبير من الأخطاء قرّيب من الصفر، وهاد إشي منيح لأنه يعني إنو النموذج غالباً توّقعاته قريبة من الحقيقة. بس بنفس الوقت في أخطاء كبيرة، خاصة بالقيم العالية، وهاد بوضوح إنو النموذج أحياناً بغلط كتير لما تكون القيم كبيرة. بشكل عام، النموذج أداءه مقبول



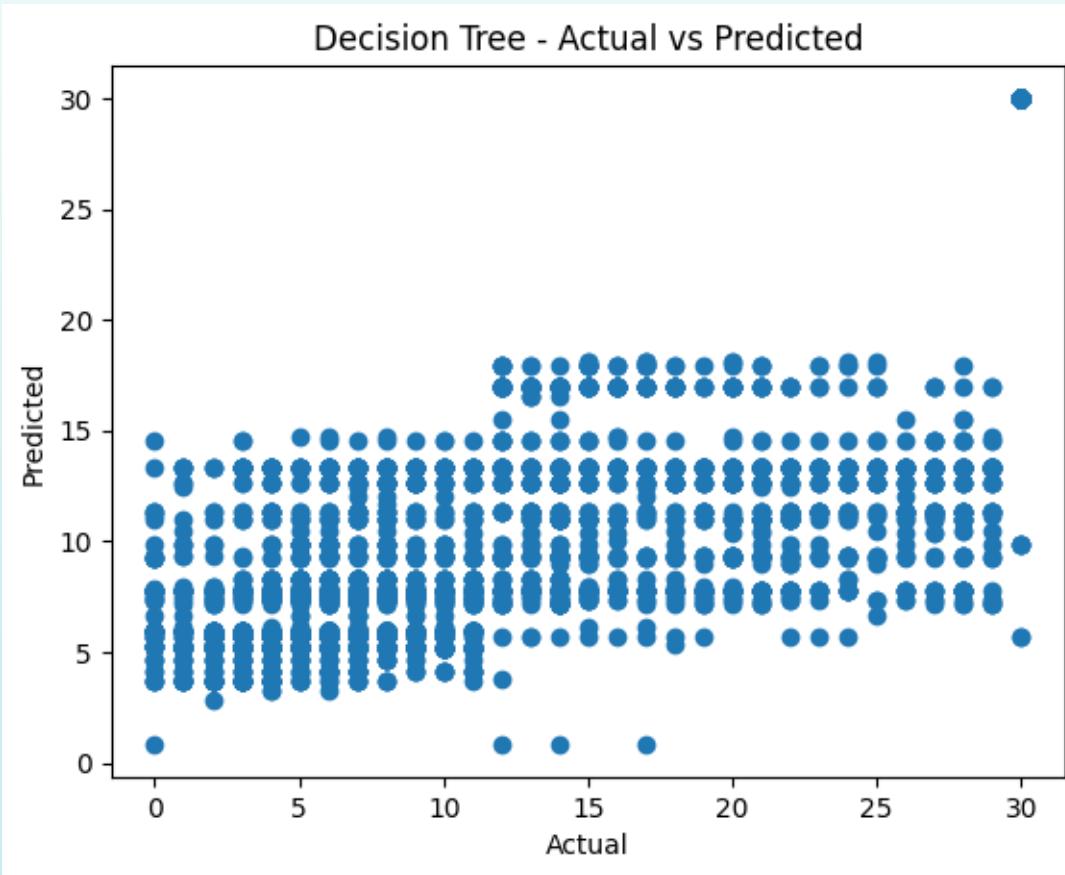
KNN - Confusion Matrix (Binned)



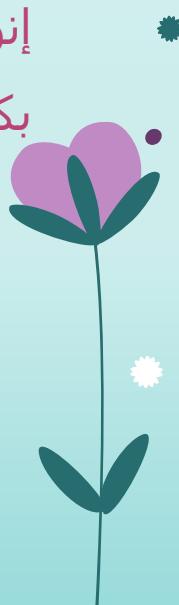
های الرسمة بتوضح إنو نموذج KNN أغلب الوقت بتتوقع نفس الفئة، حتى لو القيم الحقيقية كانت مختلفة. يعني النموذج ما قدر يفرق منيحة بين الفئات، وخصوصاً بالقيم العالية. هاد بيدل إنو أداء KNN بهالتصنيف مش قوي، وبغلط لما البيانات تكون متنوعة



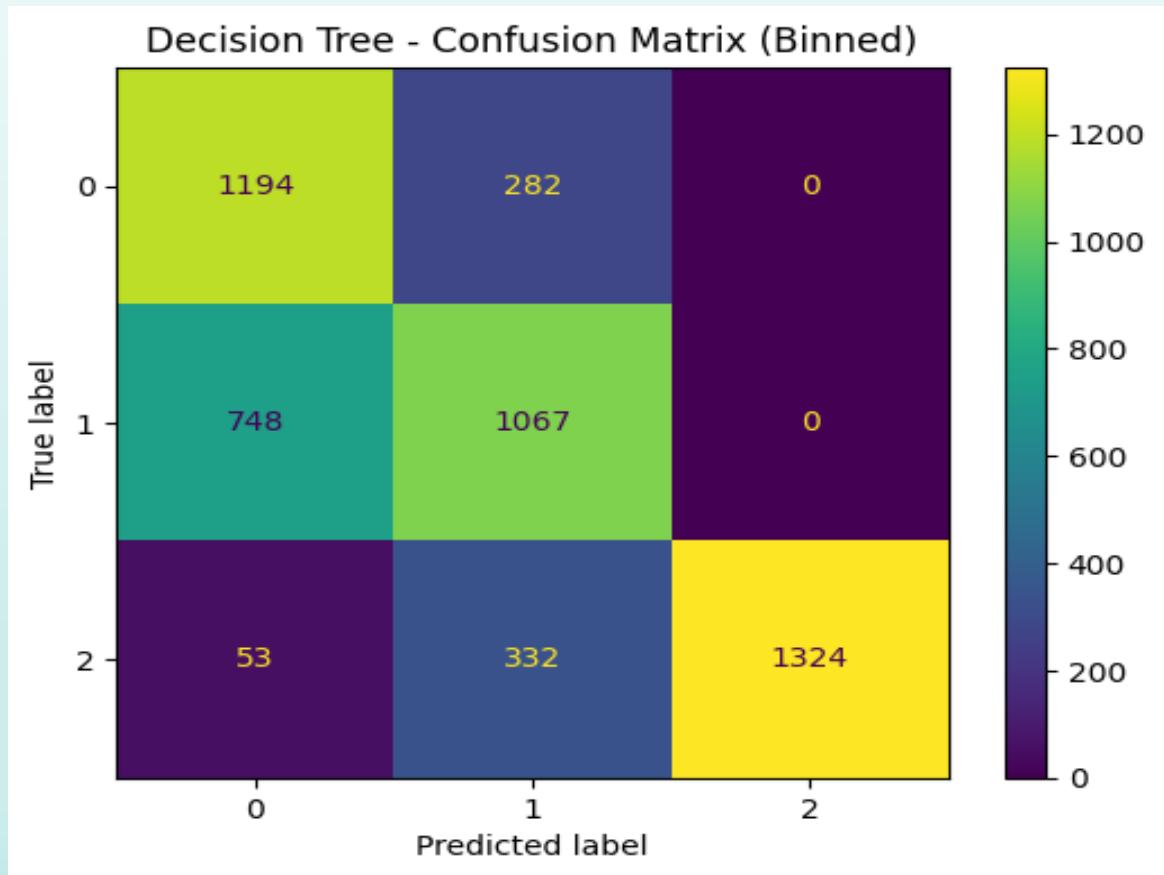
Decision Tree - Actual vs Predicted



های الرسمة بتفرجيـنا مقارنة بين القيم الحقيقـية والقيم اللي نموذج Decision Tree توقعـها. بنلاحظ إنـو التوقعـات بشـكل عام قـريبة من الـقيم الحـقيقـية، بـس فيـ تشـتـت واضح خـاصـة عند الـقيم الكـبـيرـة. هـاد يـعني إنـو النـموذـج أدـاؤـه منـيـح بشـكل عام، بـس أحـيانـاً بـغلـط وـما يكون دـقيقـاً 100%.



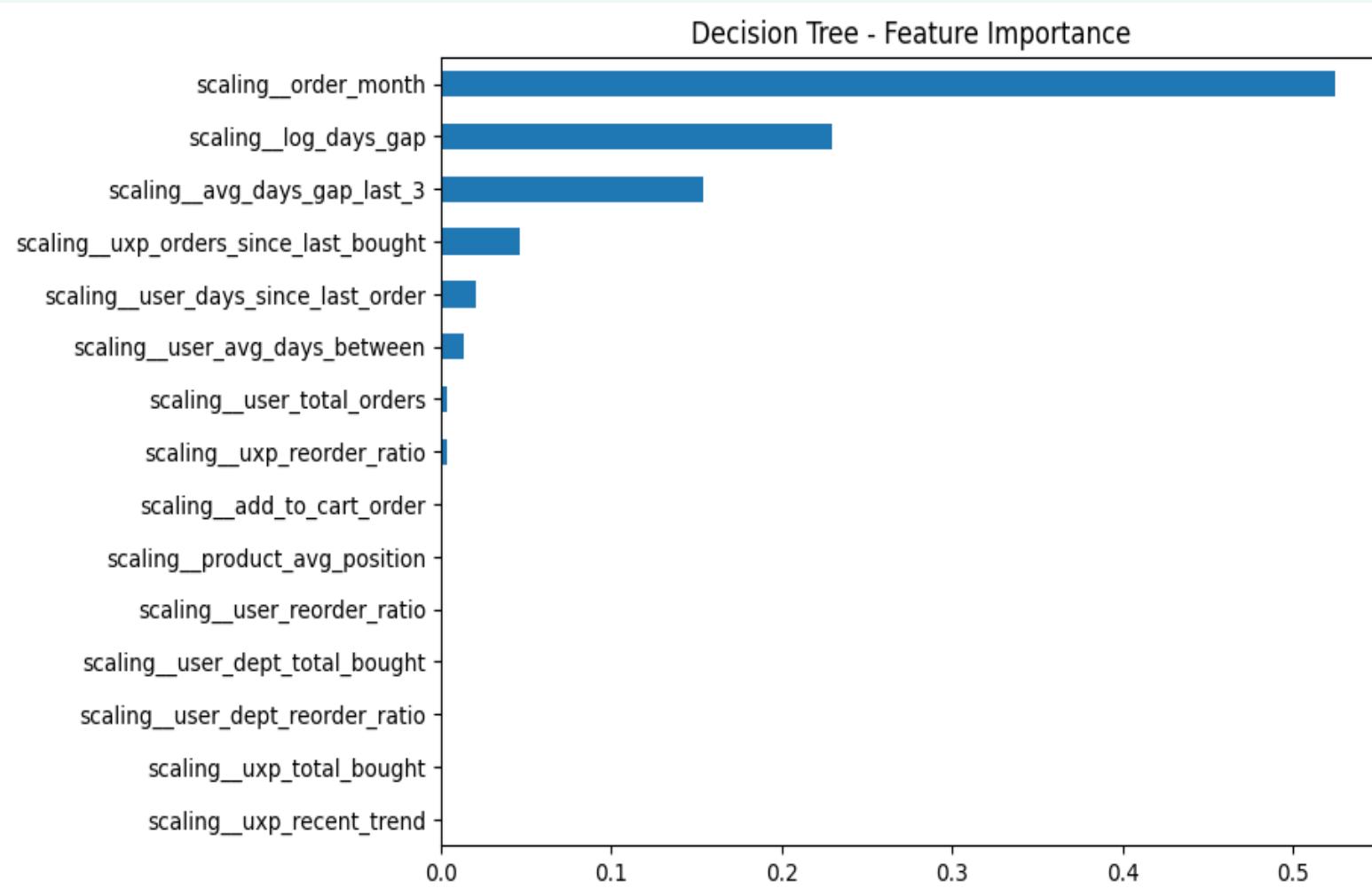
Decision Tree - Confusion Matrix (Binned)



های المصفوفة بتوضح أداء نموذج Decision Tree بعد ما قسمنا القيم لفئات. بنلاحظ إنو أغلب القيم موجودة على القطر، يعني النموذج غالباً بتوقع الفئة الصح. بس في شوية خربطة بين الفئات، خاصة بين الفئة 0 و 1، وهذا يعني إنو أحياناً النموذج بلخبط بينهم. بشكل عام، أداء النموذج منيحة، بس مش مثالی

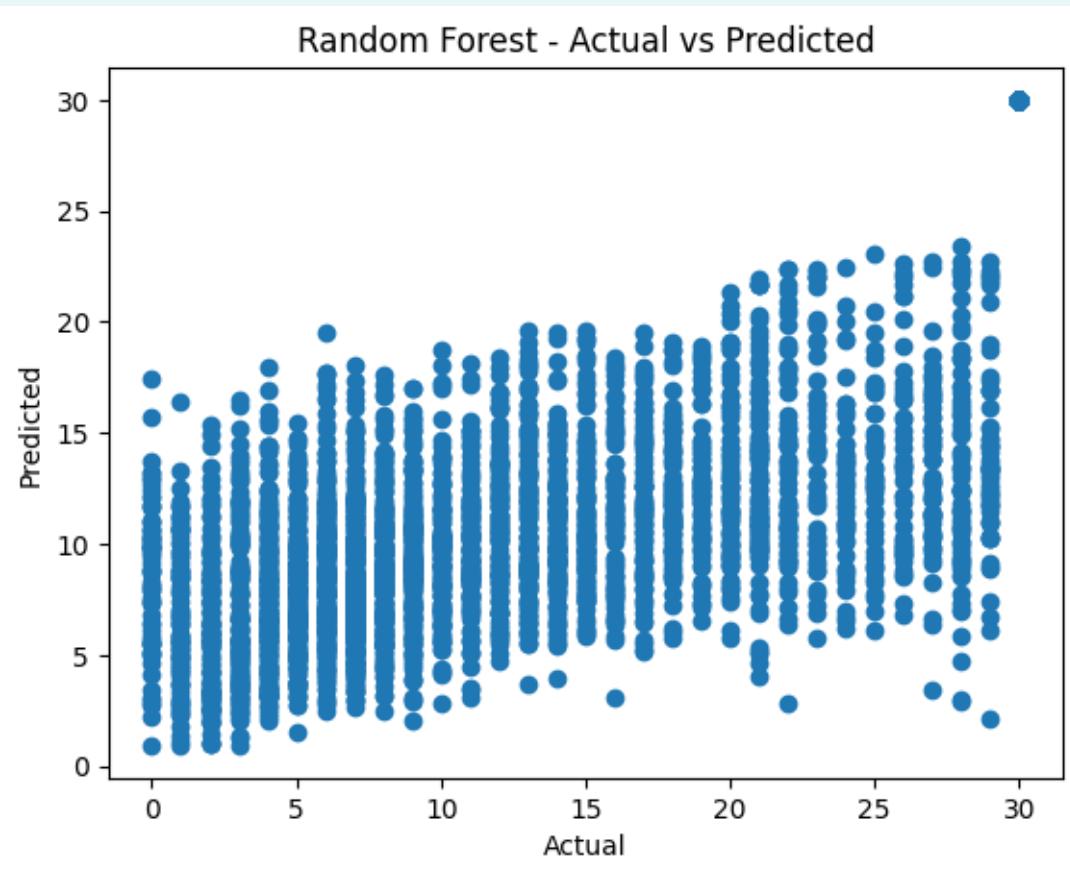


Decision Tree - Feature Importance



های الرسمة بتفرجينا أي features كان إلها التأثير الأكبير بقرارات نموذج Decision Tree. بنلاحظ إنو scaling_order_month هو أكتر إشي أثر بالنموذج، يعني وقت الطلب كان عامل مهم بالتوقع. بعده إجا عدد الأيام بين الطلبات، وهذا بوضح إنو سلوك المستخدم من ناحية التكرار مهم كمان. باقي المتغيرات تأثيرها أقل، يعني النموذج ما اعتمد عليها كثير. بشكل عام، النموذج برگز على الوقت وتكرار الشراء أكثر من أي إشي ثاني.

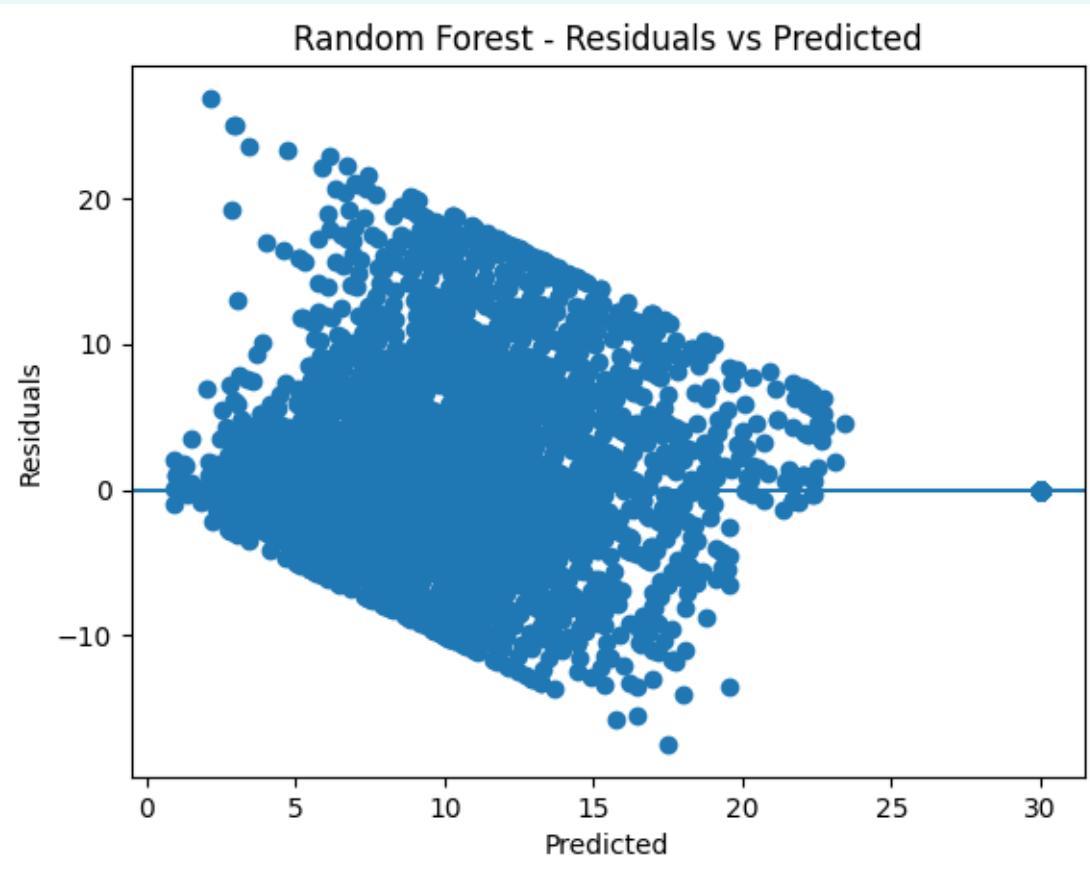
Random Forest - Actual vs Predicted



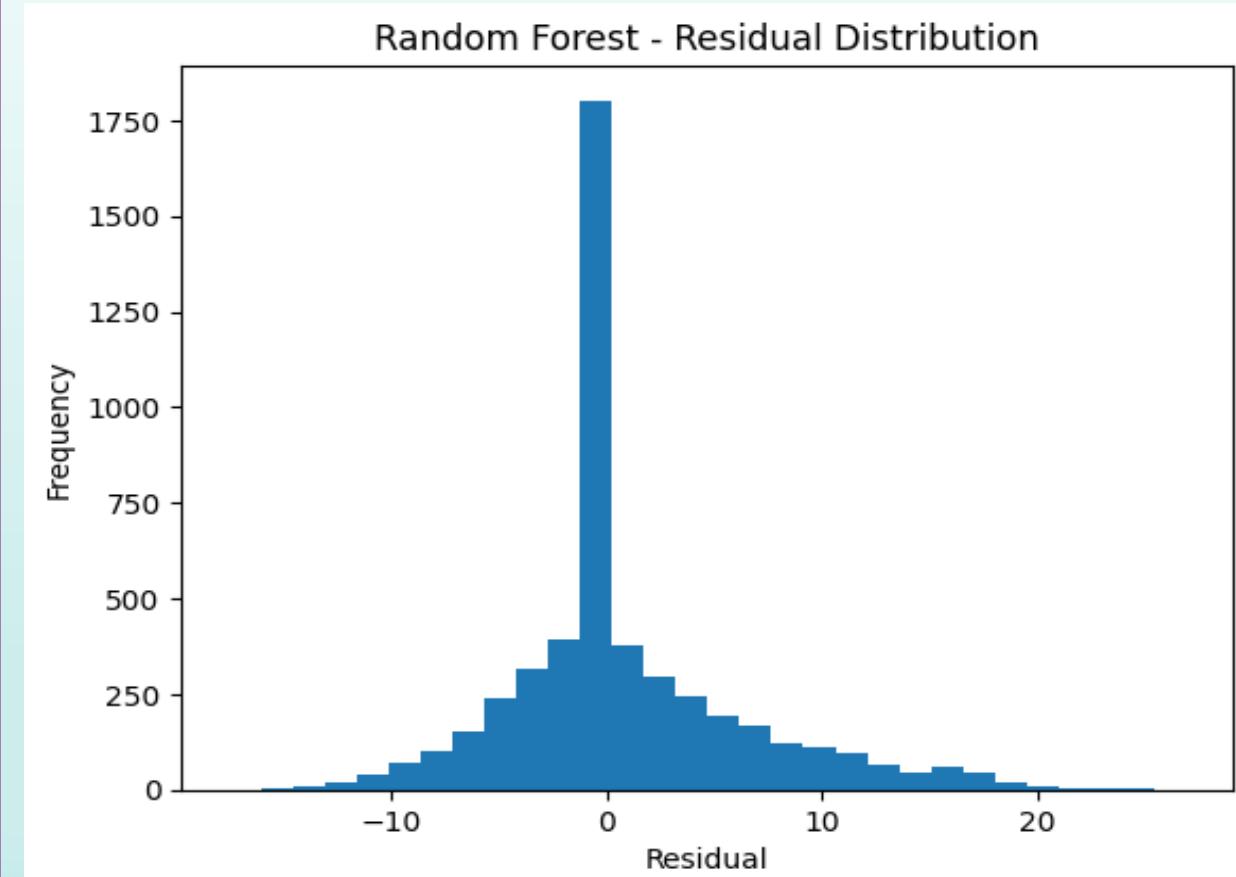
های الرسمة بتفرجيها مقارنة بين القيم الحقيقة والقيم اللي توقعها
نموذج Random Forest بنلاحظ إنو أغلب النقاط قريبة من بعض
وعلى نفس الاتجاه، وهذا يعني إنو النموذج عم يتوقع بشكل منيح
بشكل عام. كل ما كانت القيم الحقيقة أكبر، التوقعات كمان بتكبر،
وهذا إشي إيجابي. طبعاً في شوية تشتب وأخطاء، بس بشكل عام
أداء النموذج جيد وأحسن من النماذج الأبسط



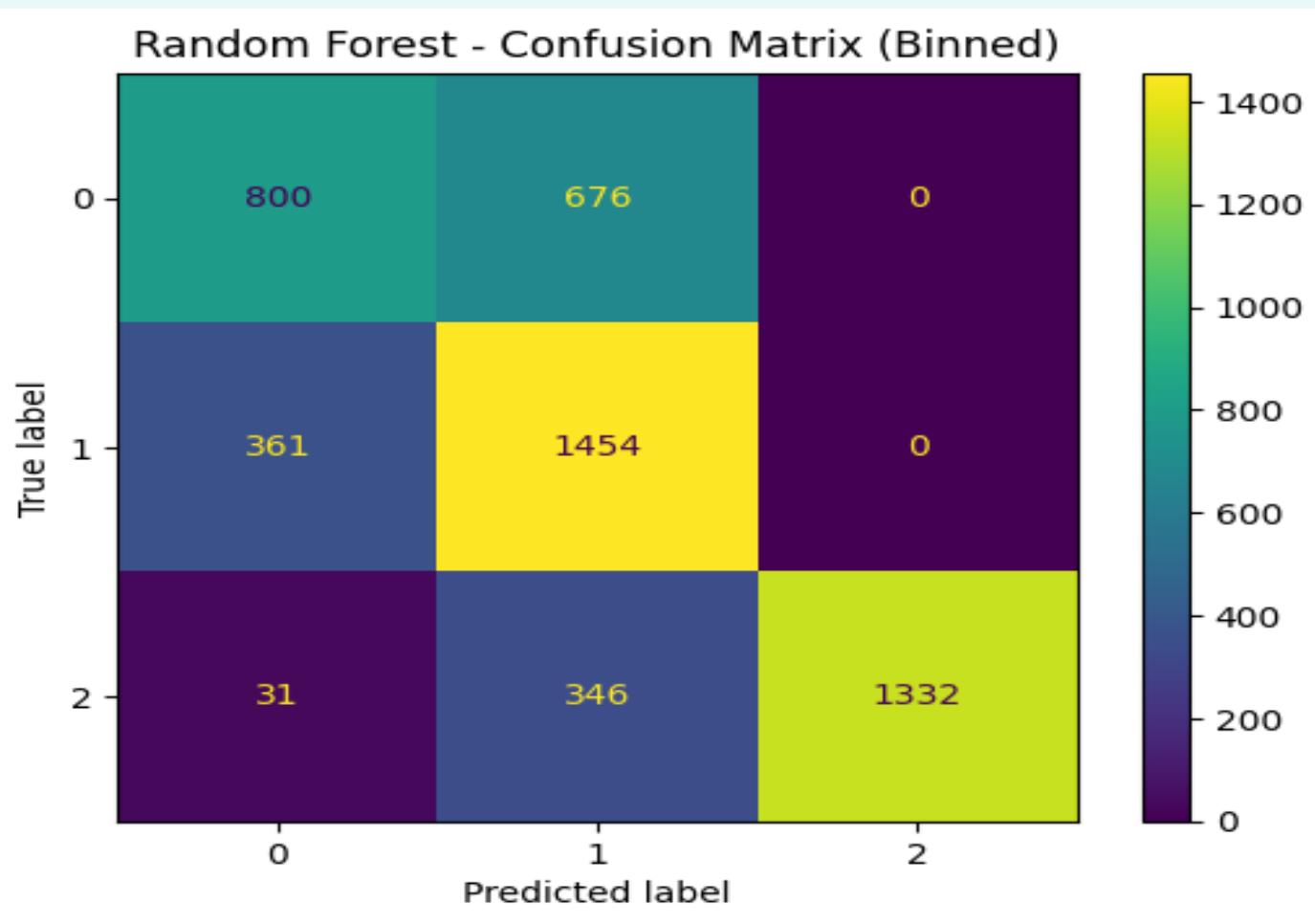
Random Forest - Residuals vs Predicted



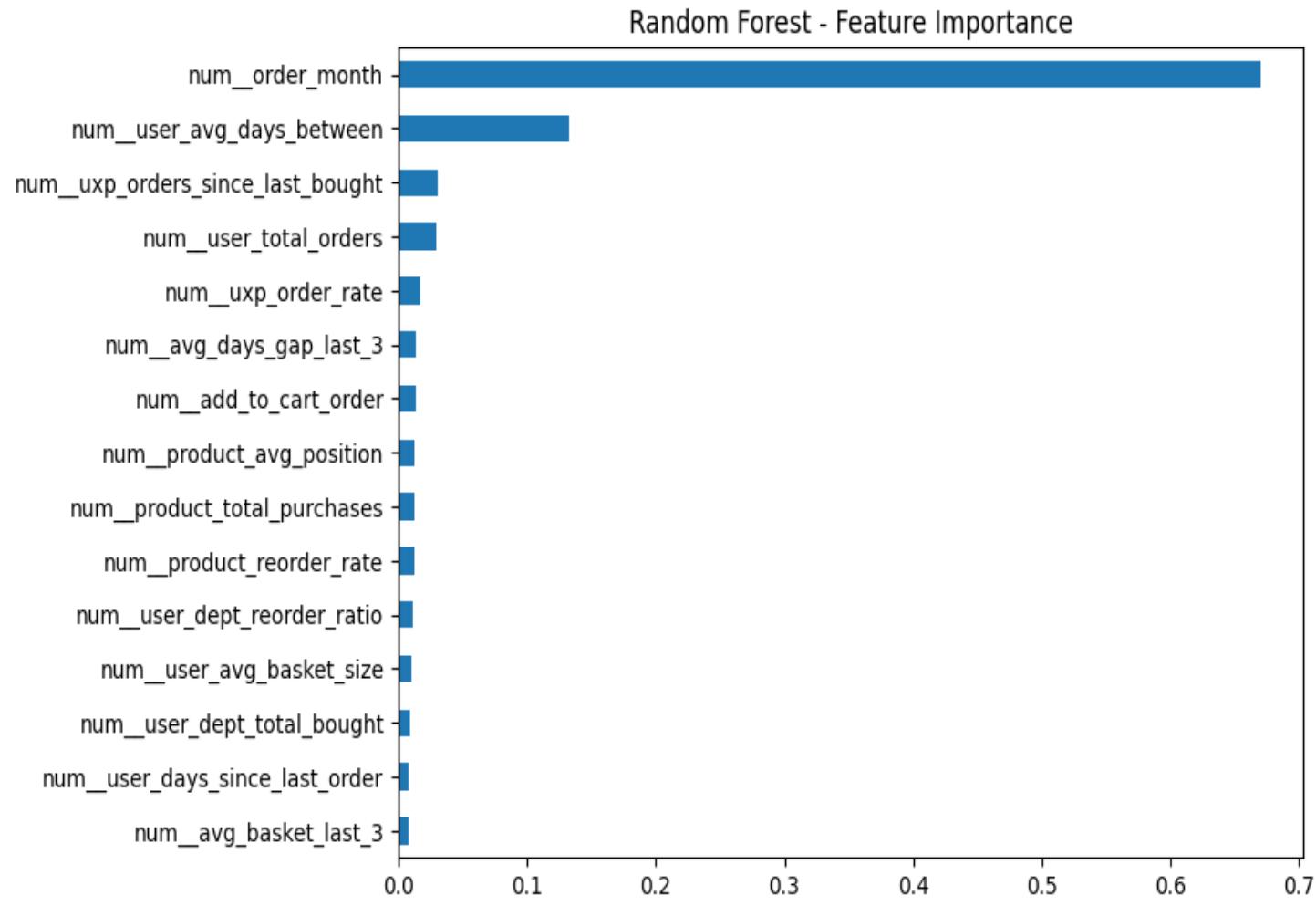
Random Forest - Residual Distribution



Random Forest - Confusion Matrix (Binned)

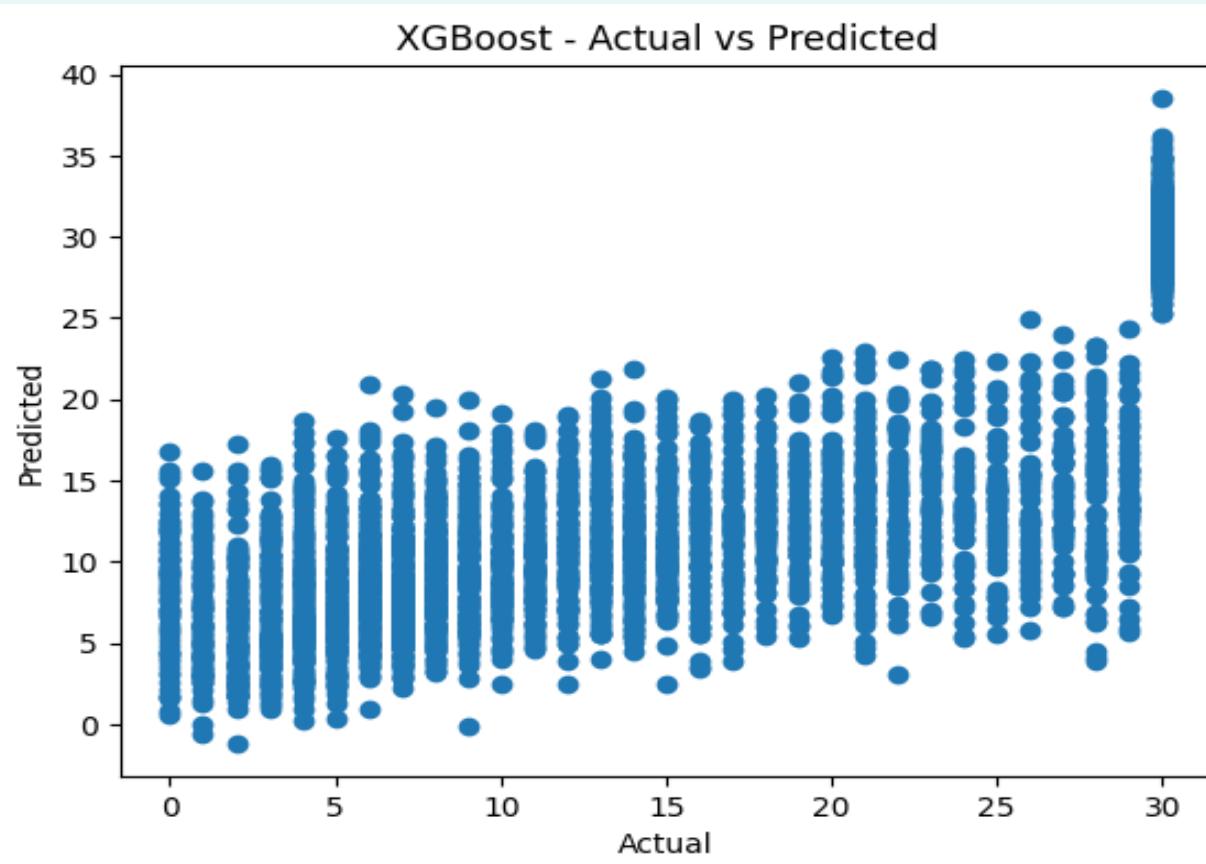


Random Forest - Feature Importance



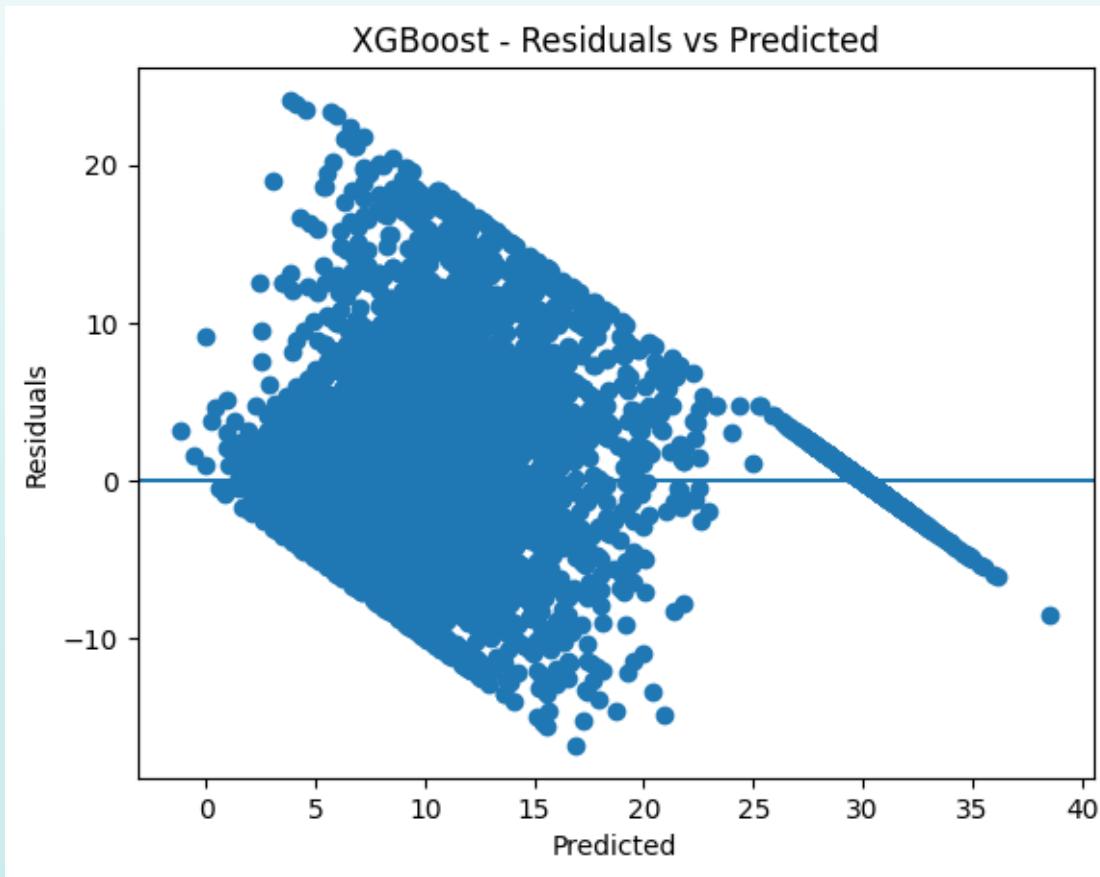
های الرسمة بتفرجيينا قدیش كل متغير إله تأثير على توقعات نموذج Random Forest واضح إنو أکتر إشي بأثر هو وقت الطلب إله دور كبير بالنتيجة. بعده بييجي num_order_month يعني كل ما المستخدم طلب بفترات قريبة أو بعيدة بيفرق بالتوقع. باقي المتغيرات تأثيرها أقل، بس لسه إلها دور بسيط. بشكل عام، النموذج بعتمد أكثر على وقت وسلوك الطلب أكثر من باقي التفاصيل

XGBoost - Actual vs Predicted

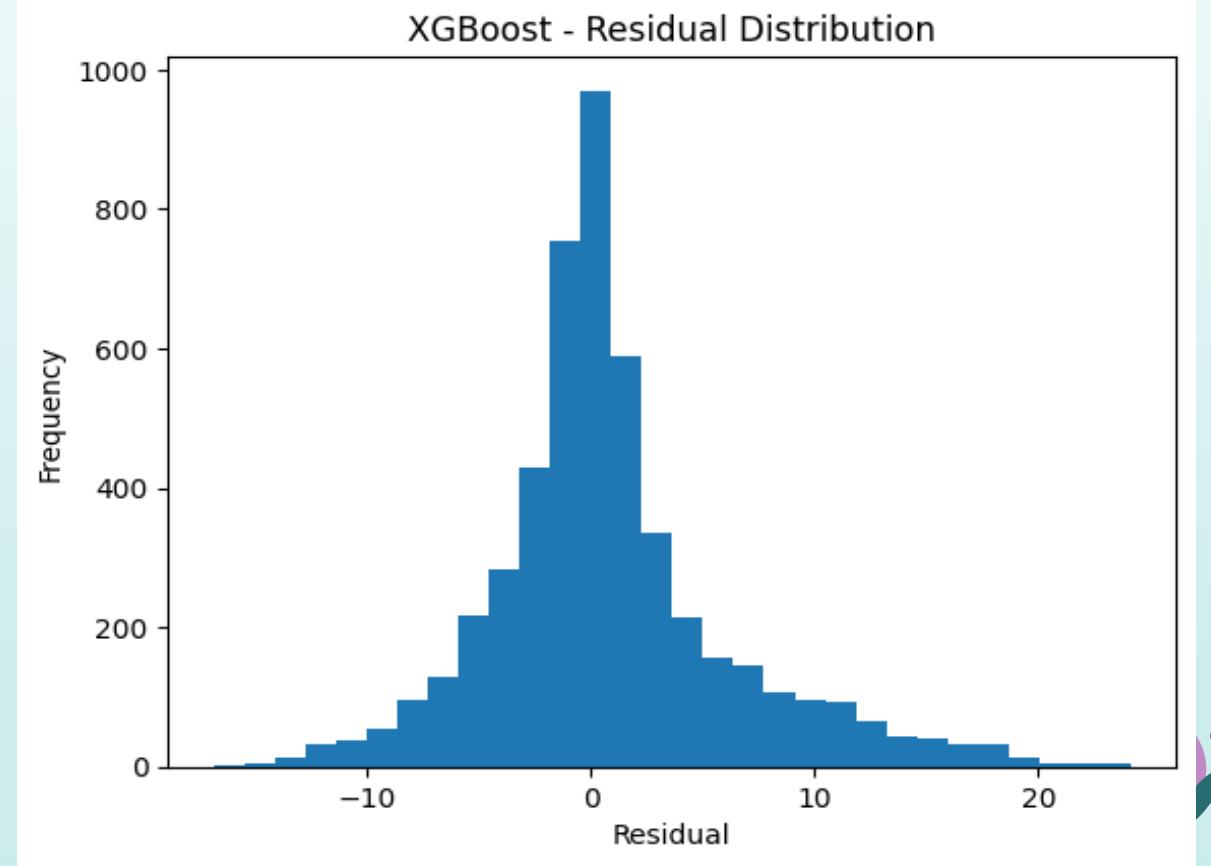


های الرسمة بتوضح الفرق بين القيم الحقيقية والقيم اللي توقعها نموذج XGBoost بشكل عام بنشوف إنو التوقعات قريبة من القيم الحقيقية، خصوصاً بالقيم المتوسطة، وهذا إشي منيح. بس بالقيم العالية، في تشتّت وأحياناً النموذج ببالغ أو بقصر بالتوقع. يعني النموذج أداءه منيح بشكل عام، بس لسه عنده صعوبة شوي مع القيم الكبيرة

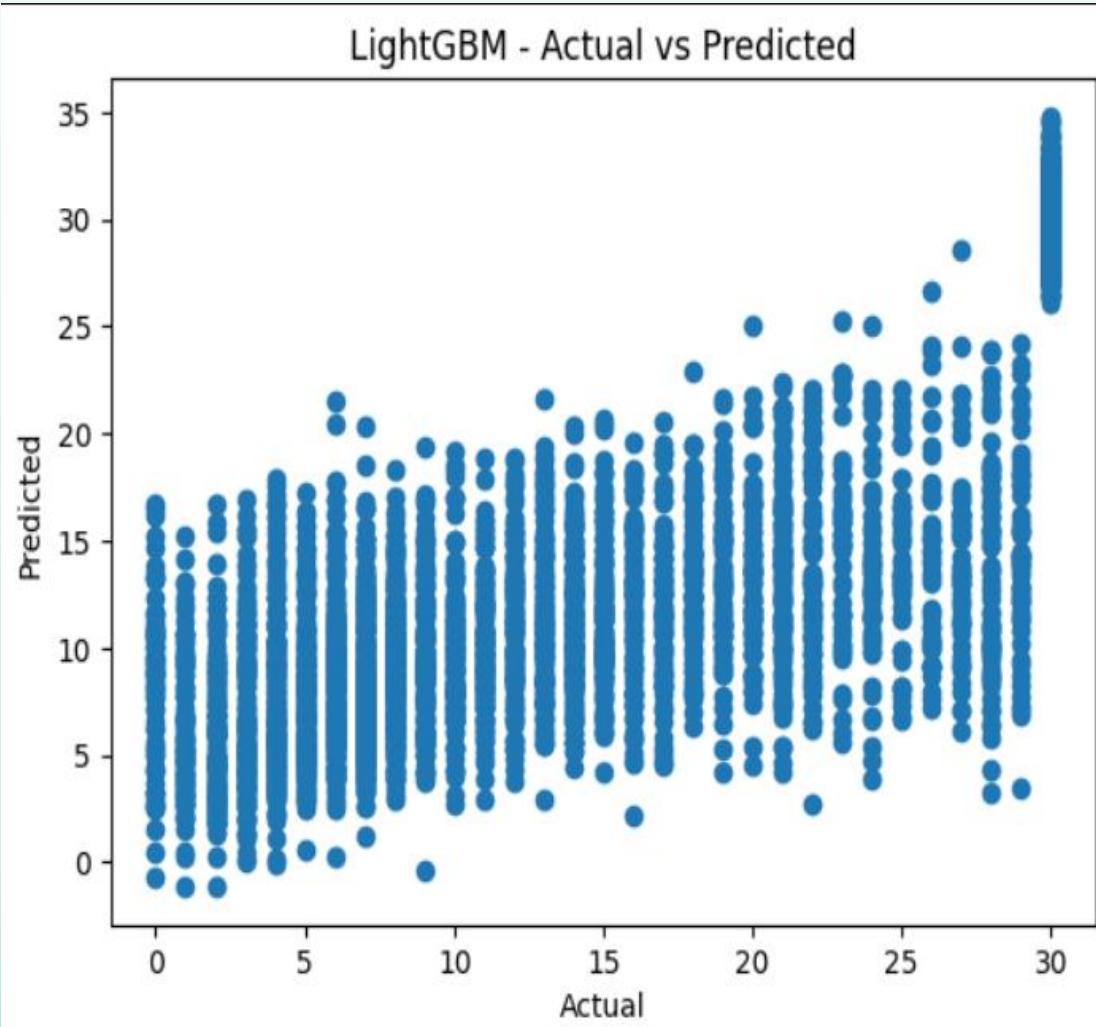
XGBoost - Residuals vs Predicted



XGBoost - Residual Distribution

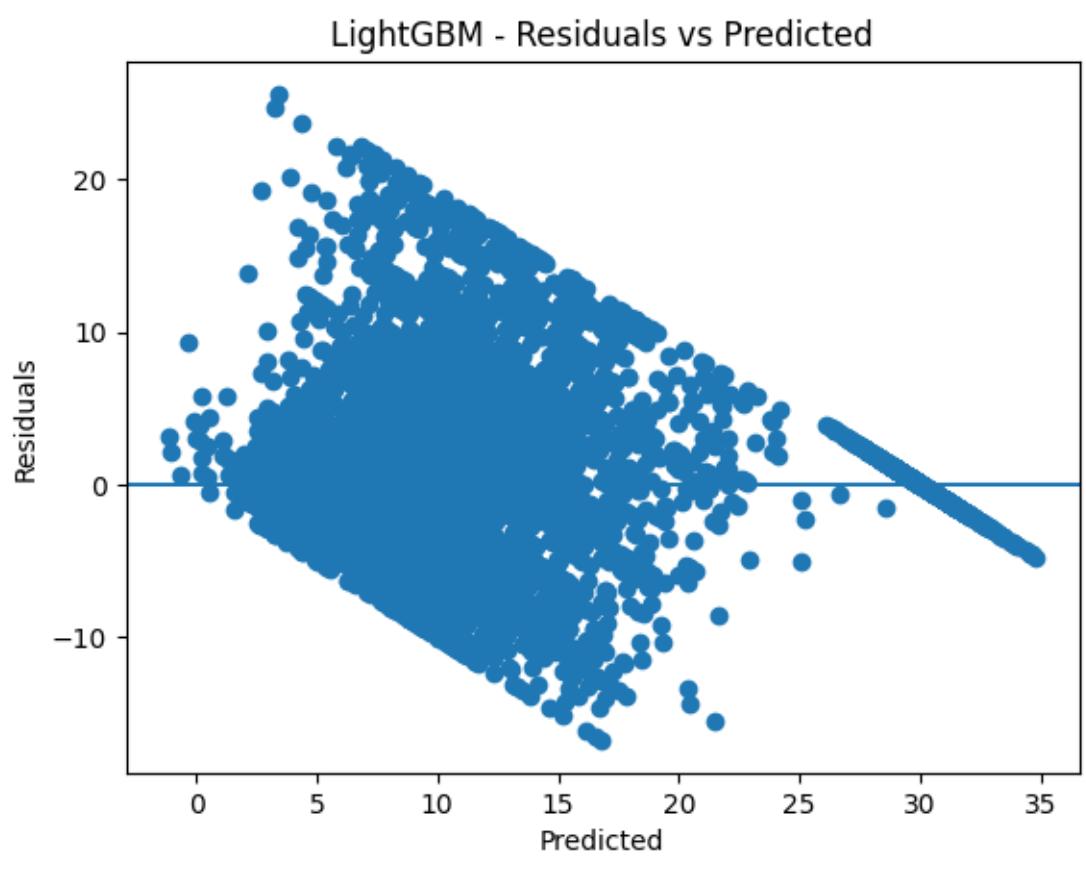


LightGBM - Actual vs Predicted

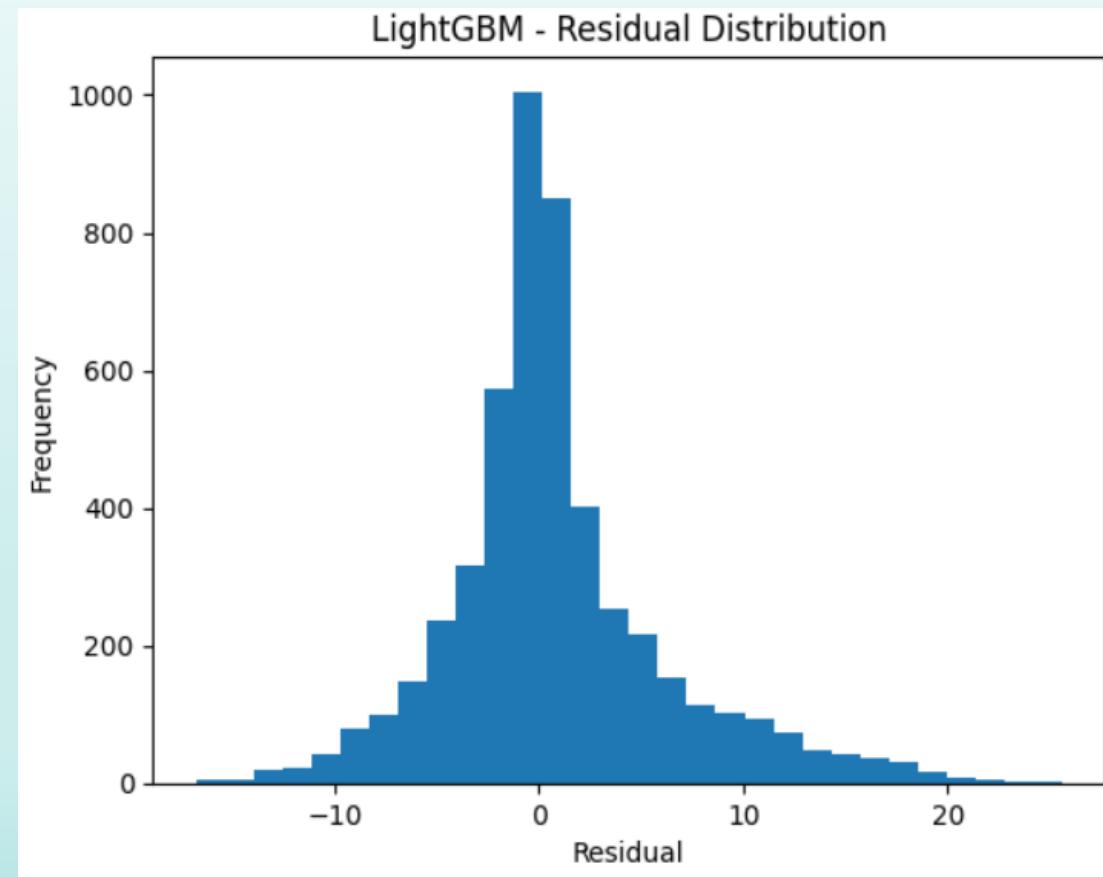


های الرسمة بتفرجي مقارنة بين القيم الحقيقة والقيم
اللي توقعها نموذج LightGBM
بشكل عام في علاقة واضحة بينهم، يعني كل ما القيمة
الحقيقية تكبر، التوقع كمان بكبر، وهاد إشي منيح. التوقعات
بالقيم المتوسطة قريبة من الحقيقة، بس بالقيم العالية في
تشتّت وأحياناً النموذج ما بيمسكتها بدقة. بشكل عام أداء
النموذج منيح، بس لسه بده تحسين بالقيم الكبيرة

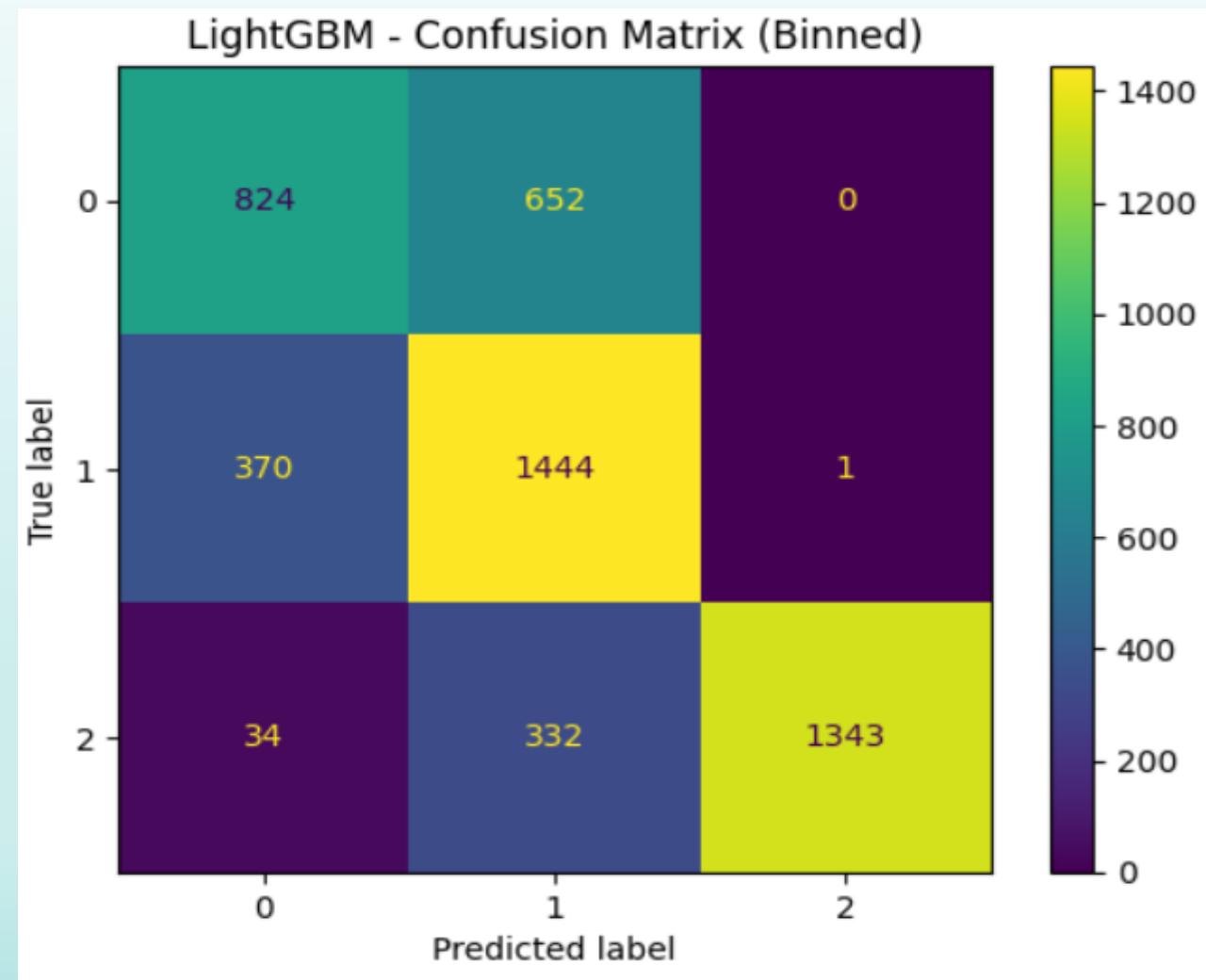
LightGBM - Residuals vs Predicted



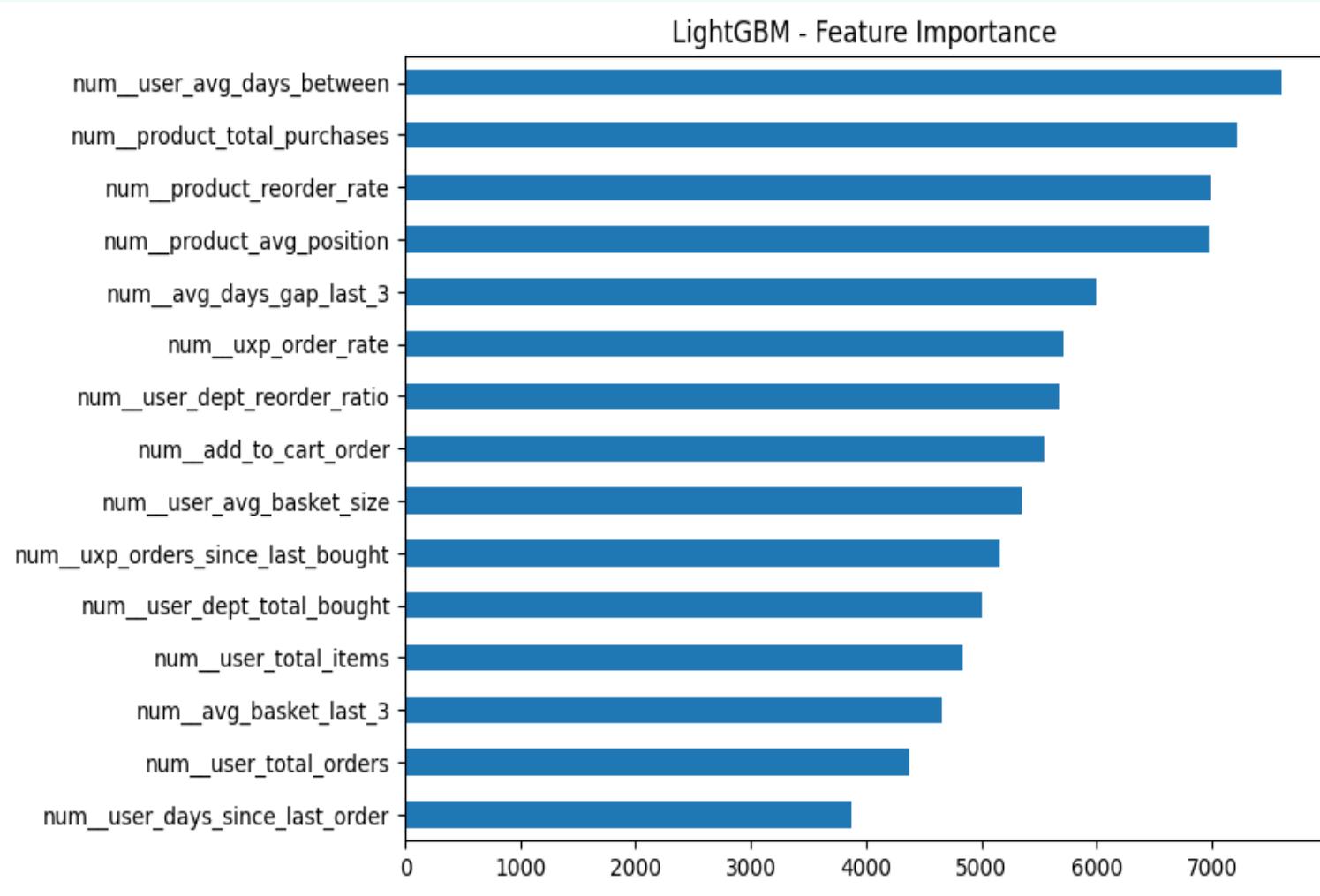
LightGBM - Residual Distribution



LightGBM - Confusion Matrix (Binned)



LightGBM - Feature Importance



های الرسمة بتفرجي أكثر المتغيرات اللي نموذج LightGBM اعتمد عليها بالتوقع.
بنلاحظ إنو عدد الأيام بين طلبات المستخدم وعدد مرات شراء المنتج كانوا الأكثر تأثير.
باقي المتغيرات إلها تأثير أقل بس لسه بتساعد النموذج. يعني النموذج ركّز أكثر على سلوك المستخدم وتكرار الشراء ليطلع

• النتيجة

