

ANALYSIS OF FLIGHTS INFORMATION

AmirHossein Alijani

مقدمه

تحلیل و تجزیه و بررسی اطلاعات مربوط به پروازهای یک منطقه و یا حتی در مقیاس بزرگتر یعنی یک کشور یکی از مسائل مهم و کلیدی در صنعت هوایی است که تاثیر بسزایی بر تجربه مسافران، عملکرد شرکت‌های هواپیمایی، هزینه‌های اقتصادی و زمانی، بررسی شرایط، امکانات، منابع و تکنولوژی هوایی شهرهای مبدا و مقصد و... دارد. به عنوان مثال، تاخیرهای پروازی می‌توانند اثراتی همچون افزایش ناراضایتی و ناراحتی مسافران، از دست رفتن اتصالات، افزایش هزینه‌های عملیاتی برای شرکت‌های هواپیمایی، و حتی تاثیر منفی بر امنیت پرواز داشته باشند. بنابراین، شناخت عوامل موثر بر تاخیرهای حرکت پروازها و اتخاذ راهکارهایی برای کاهش آنها بسیار حائز اهمیت است.

در این تحلیل اطلاعاتی، با بررسی داده‌های مربوط به تاخیرهای حرکت پروازها و همچنین تاخیرات هر پرواز در رسیدن به مقصد، بررسی مقاصد پرتعداد، بررسی شرکت‌های هواپیمایی از نظر عملکرد، الگوها، روندها و عوامل موثر در آن شناسایی شده است.

با تحلیل این اطلاعات، میتوانیم نقاط ضعف و قوت در عملکرد پروازها را شناسایی کرده و راهکارهای بهینه سازی و بهبود عملکرد آنها را پیشنهاد دهیم.

در این گزارش، ابتدا به معرفی داده‌های مورد استفاده برای تحلیل می‌پردازیم و سپس میانگین تاخیرهای حرکت پروازها را بر اساس مبدا و مقصد آنها بررسی خواهیم کرد. همچنین، با تحلیل الگوها و روندهای مشاهده شده در تاخیرهای حرکت، سعی می‌کنیم عوامل موثر در ایجاد این تاخیرها را شناسایی کرده و راهکارهایی برای کاهش آنها ارائه دهیم.

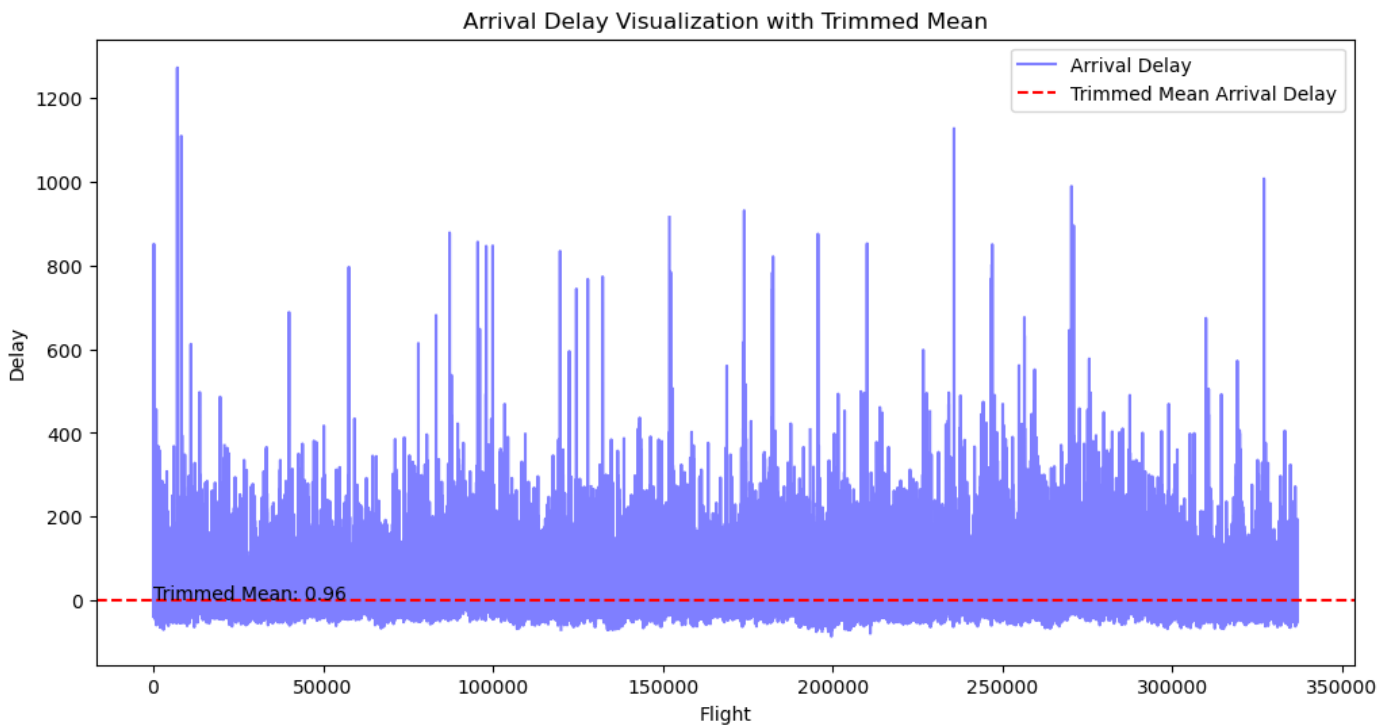
معرفی داده ها و اطلاعات موجود

فرایند تحلیل اطلاعاتی اغلب با مراجعه به داده‌ها و اطلاعات موجود در دیتاست‌ها آغاز می‌شود. در اینجا، با معرفی فایل `flights.csv` که حاوی اطلاعات مربوط به سفرهای هوایی در کشور آمریکا است، ما به دنیای جذابی از اطلاعات و اطلاعات مفید دست پیدا کرده‌ایم. این فایل داده‌هایی از تعداد زیادی پرواز در طول مدت زمان مشخصی را شامل می‌شود، اطلاعاتی که به ما این امکان را می‌دهند تا الگوها، روندها، و نقاط قوت و ضعف در عملکرد سفرهای هوایی را تجزیه و تحلیل کنیم.

اطلاعاتی مانند زمان هر پرواز، زمان حرکت هواپیما از مبدا، تاخیر حرکت هر سفر به دقیقه، شهر مبدا و شهر مقصد، فاصله مبدا و مقصد، شرکت‌های هواپیمایی مشغول به فعالیت در این مسیرها، زمان مقرر شده برای رسیدن به مقصد، زمان واقعی رسیدن هواپیما به مقصد، تاخیر رسیدن هواپیما به شهر مقصد، و اطلاعات بسیار زیاد دیگر، از جمله اطلاعاتی هستند که در این دیتاست موجود است. به طور کلی، این داده‌ها بیش از سیصد هزار پرواز را شامل می‌شوند، که اطلاعات مهمی را در خود جای داده‌اند که ما برای تحلیل و استخراج الگوهای مفید برای صنعت هوایی، به آنها نیاز داریم.

با توجه به این داده‌های ارزشمند، در ادامه گزارش، به بررسی جزئی‌تر این اطلاعات و شناسایی الگوها و روندهای موجود در تاخیرهای حرکت پروازها خواهیم پرداخت. این تحلیل ما را قادر خواهد ساخت تا عوامل موثر در ایجاد تاخیرها را شناسایی کرده و راهکارهایی برای بهبود عملکرد صنعت هوایی ارائه نماییم.

تحلیل میانگین قطعی تاخیر رسیدن پروازها به مقصد



با توجه به تحلیل انجام شده، متوسط تاخیر رسیدن پروازها به مقصد به مقدار 0.96 دقیقه است. این مقدار توسط تابع `stats.trim_mean` از کتابخانه `scipy` محاسبه شده است، که با حذف 10 درصد پایین و بالای داده‌ها، مقدار میانگین مقطعی به دست می‌آید. نمودار بالا به صورت خطی تاخیر رسیدن پروازها به مقصد را نمایش می‌دهد. خط قرمز متصل به مقدار میانگین تاخیر رسیدن به مقصد، که معادل با 0.96 دقیقه است، و نشانگر میانگین تاخیر بدون توجه به داده‌های پایین و بالای مجموعه داده است.

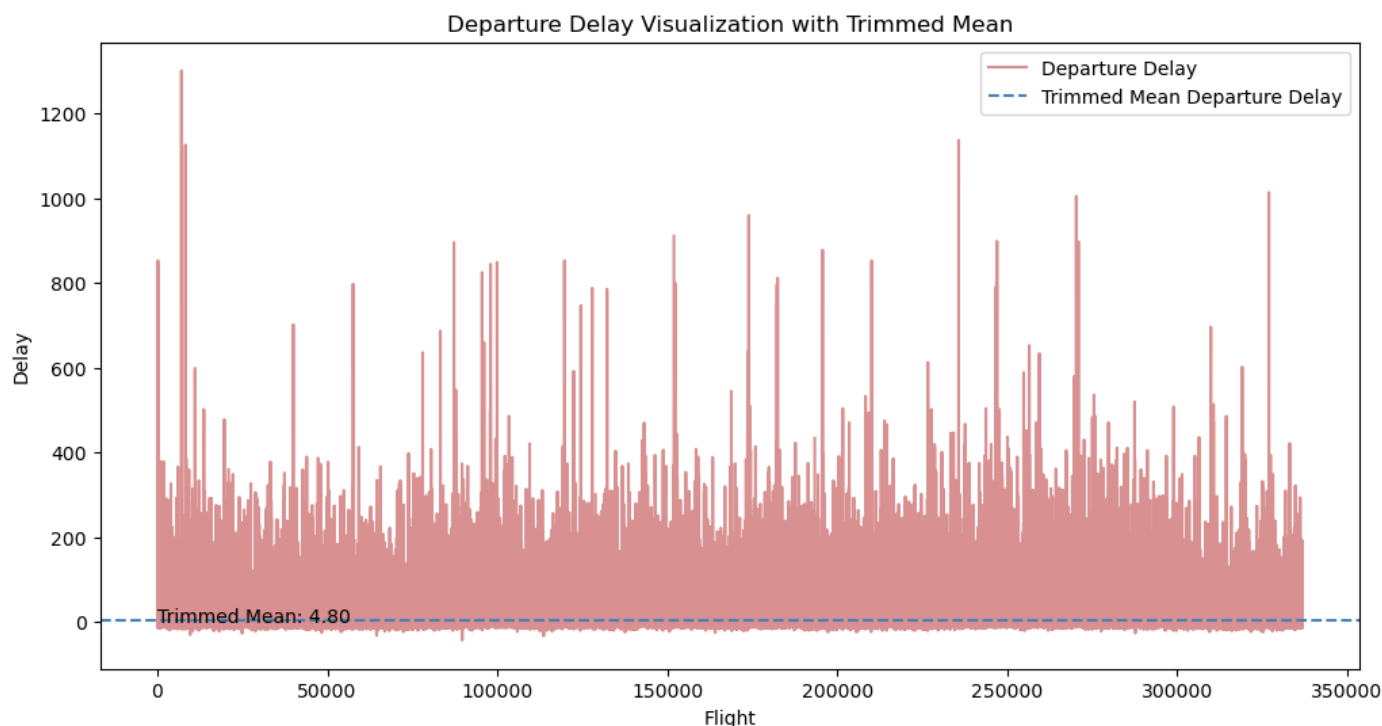
این تحلیل نشان می‌دهد که در میان تاخیرهای رسیدن پروازها، متوسط مقطعی نسبتاً کمتر از 1 دقیقه است. این می‌تواند به‌عنوان یک اندازه‌گیری کلی برای تأخیرهای معمول و متوسط پروازها مورد استفاده قرار گیرد و به مدیران صنعت هوایی کمک کند تا عملکرد پروازهای خود را بهبود بخشند.

متوسط تاخیر کمتر از یک دقیقه در رسیدن به مقصد نشان دهنده کارایی بالا در عملکرد پروازها است. این نتیجه نشان می‌دهد که بیشتر پروازها به زمان مقرر خود به مقصد می‌رسند و مسافران به موقع به مقصد خود رسیده و از این خدمات راضی هستند.

تاخیرهای کمتر از یک دقیقه موجب بهبود تجربه مسافران می‌شود. مسافران که به موقع به مقصد خود می‌رسند، احساس رضایت بیشتری دارند و تجربه سفر مطلوب‌تری را تجربه می‌کنند.

کاهش تاخیرها به موجب کاهش هزینه‌های اضافی برای شرکت‌های هواپیمایی می‌شود. تاخیرهای کمتر موجب کاهش هزینه‌های مربوط به جبران خسارت به مسافران، پرداخت جریمه به علت تاخیر و افت در اعتبار می‌شود.

تحلیل میانگین زمان تاخیر حرکت پروازها از مبدا

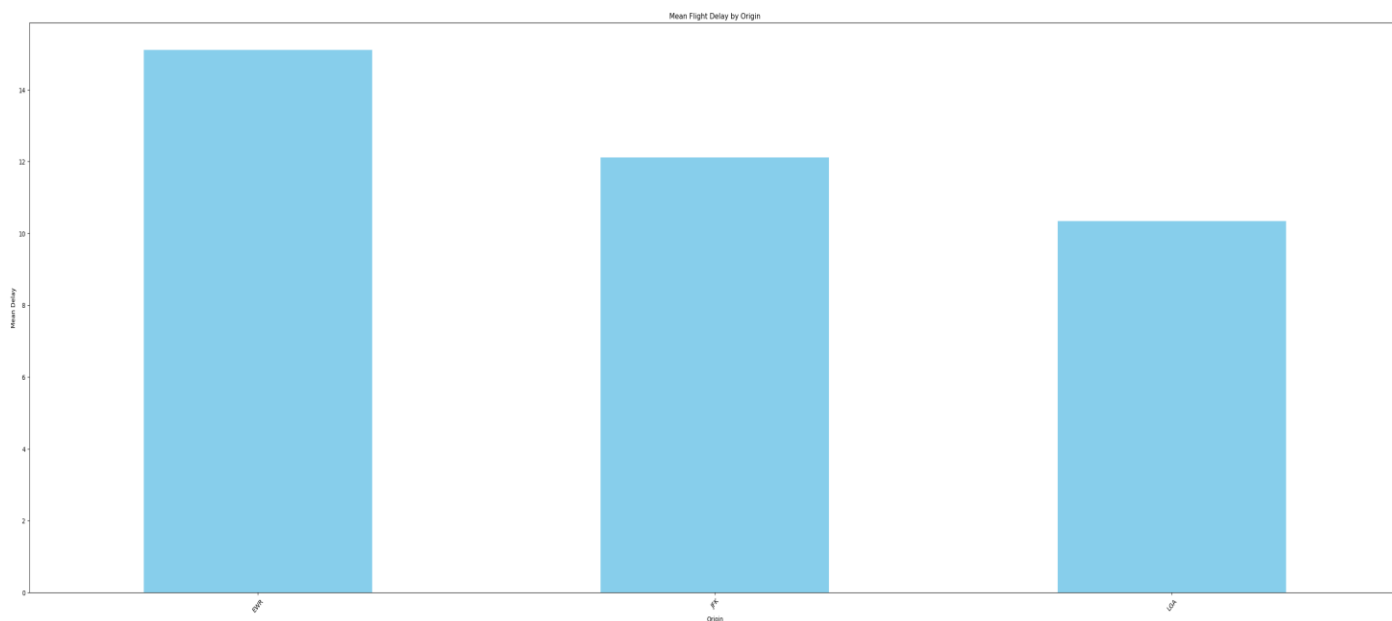


مقدار میانگین تاخیر حرکت بدست آمده برابر با 4.80 دقیقه است. این مقدار نشان‌دهنده میانگین تاخیر حرکت پروازها است که با استفاده از روش تراز برشی (Trimmed Mean) محاسبه شده است. تحلیل این مقدار به طور جداگانه نشان می‌دهد که در میانگین، تاخیر حرکت پروازها نسبتاً کمتر از 5 دقیقه است. این می‌تواند به‌عنوان یک نمایانگر مهم برای شرکت‌های هواپیمایی و مدیران فرودگاه‌ها محسوب شود، زیرا نشان می‌دهد که اکثر پروازها با تاخیرهای کمتری از معمول روبرو می‌شوند که این می‌تواند برای مسافران و مسئولان حمل و نقل هوایی تجربه بهتری فراهم کند و مشکلات کمتری را در مسیر سفر آن‌ها ایجاد کند.

بنابراین، می‌توان این میانگین را به‌عنوان یک امتیاز مثبت معرفی کرد که نشان‌دهنده کاهش تاخیرهای حرکت پروازها و بهبود عملکرد سیستم حمل و نقل هوایی است. این امر می‌تواند برای بهبود تجربه مسافران و افزایش اعتماد آن‌ها به خطوط هوایی مورد توجه قرار گیرد و به‌طور کلی، بهبود کیفیت خدمات هوایی را ترویج کند.

علاوه بر این، می‌توان تحلیل کرد که میانگین تاخیر حرکت پروازها کمتر از 5 دقیقه به‌طور کلی به نظام حمل و نقل هوایی اعتمادپذیری بیشتری می‌بخشد. زیرا تاخیرهای کمتر، تأثیر مستقیمی بر رضایت مسافران، کاهش هزینه‌ها و بهبود بهره‌وری سیستم حمل و نقل هوایی دارد. همچنین، این می‌تواند به‌عنوان یک نشانگر از عملکرد مثبت شرکت‌های هواپیمایی و مدیریت فرودگاه‌ها در مدیریت تاخیرهای حرکت پروازها در نظام حمل و نقل هوایی عمل کند. با کاهش تاخیرها، شرکت‌های هواپیمایی می‌توانند عملکرد خود را بهبود بخشیده و بهره‌وری را افزایش دهند، در حالی که مسافران هم تجربه مطلوب‌تری از سفر خود را داشته باشند و به‌طور کلی، اعتماد خود را به سیستم حمل و نقل هوایی افزایش دهند.

تحلیل میانگین تاخیر حرکت پروازها بر اساس مبدا



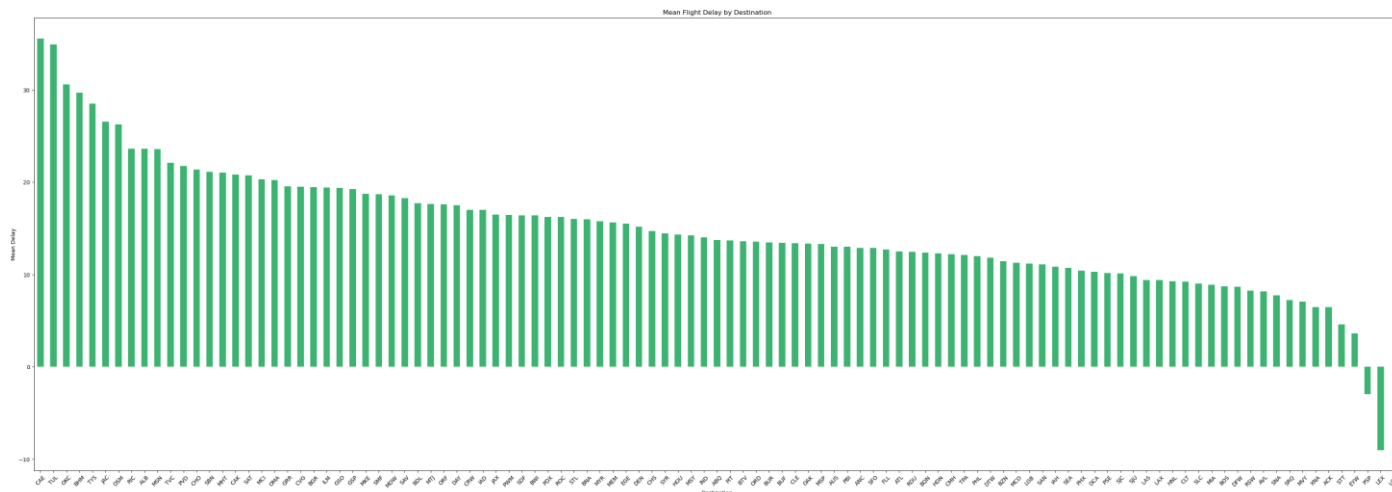
تحلیل میانگین تاخیر حرکت پروازها بر اساس مبدا نشان می‌دهد که برخی از فرودگاه‌ها دارای میانگین تاخیر بیشتری هستند نسبت به دیگران. این تحلیل می‌تواند به عنوان یک نشانگر از کیفیت عملکرد و عملکرد فرودگاه‌ها در مدیریت تاخیرهای حرکت پروازها در نظام حمل و نقل هوایی مورد استفاده قرار گیرد. برای مثال، فرودگاه‌هایی که میانگین تاخیر بالاتری دارند، ممکن است با مشکلات عملیاتی یا ترافیک هوایی مواجه باشند که نیاز به بهبود بخشیدن به سیستم مدیریت ترافیک و برنامه‌ریزی مناسب دارند.

علاوه بر این، این تحلیل می‌تواند به شرکت‌های هواپیمایی کمک کند تا در انتخاب فرودگاه‌های مبدا برای پروازهای خود دقت بیشتری داشته باشند. فرودگاه‌هایی که میانگین تاخیر کمتری دارند، می‌توانند به عنوان انتخاب‌های اولیه برای پروازهای شرکت‌های هواپیمایی در نظر گرفته شوند، زیرا این امر می‌تواند منجر به کاهش تاخیرهای حرکت پروازها و افزایش رضایت مسافران شود.

به طور کلی، این تحلیل میانگین تاخیر حرکت پروازها بر اساس مبدا می‌تواند به عنوان یک ابزار مفید برای ارزیابی عملکرد فرودگاه‌ها و شرکت‌های هواپیمایی، انتخاب بهتر مسیرهای پروازی، و بهبود کیفیت سرویس‌دهی در صنعت حمل و نقل هوایی مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به نمودار بدست آمده، میتوان فهمید فرودگاه Newark Liberty International Airport در نیوجرسی با میانگین تاخیر حرکت پرواز نزدیک به 20 دقیقه رتبه اول، فرودگاه John F. Kennedy International Airport در نیویورک با میانگین تاخیر حرکت پرواز حدود 13 دقیقه رتبه دوم، و فرودگاه LaGuardia Airport در نیویورک با میانگین تاخیر حرکت پرواز 11 دقیقه رتبه سوم در بیشترین تاخیرهای حرکت پرواز بین تمامی فرودگاه ها را به خود اختصاص داده اند.

تحلیل میانگین تاخیر حرکت پروازها بر اساس مقصد



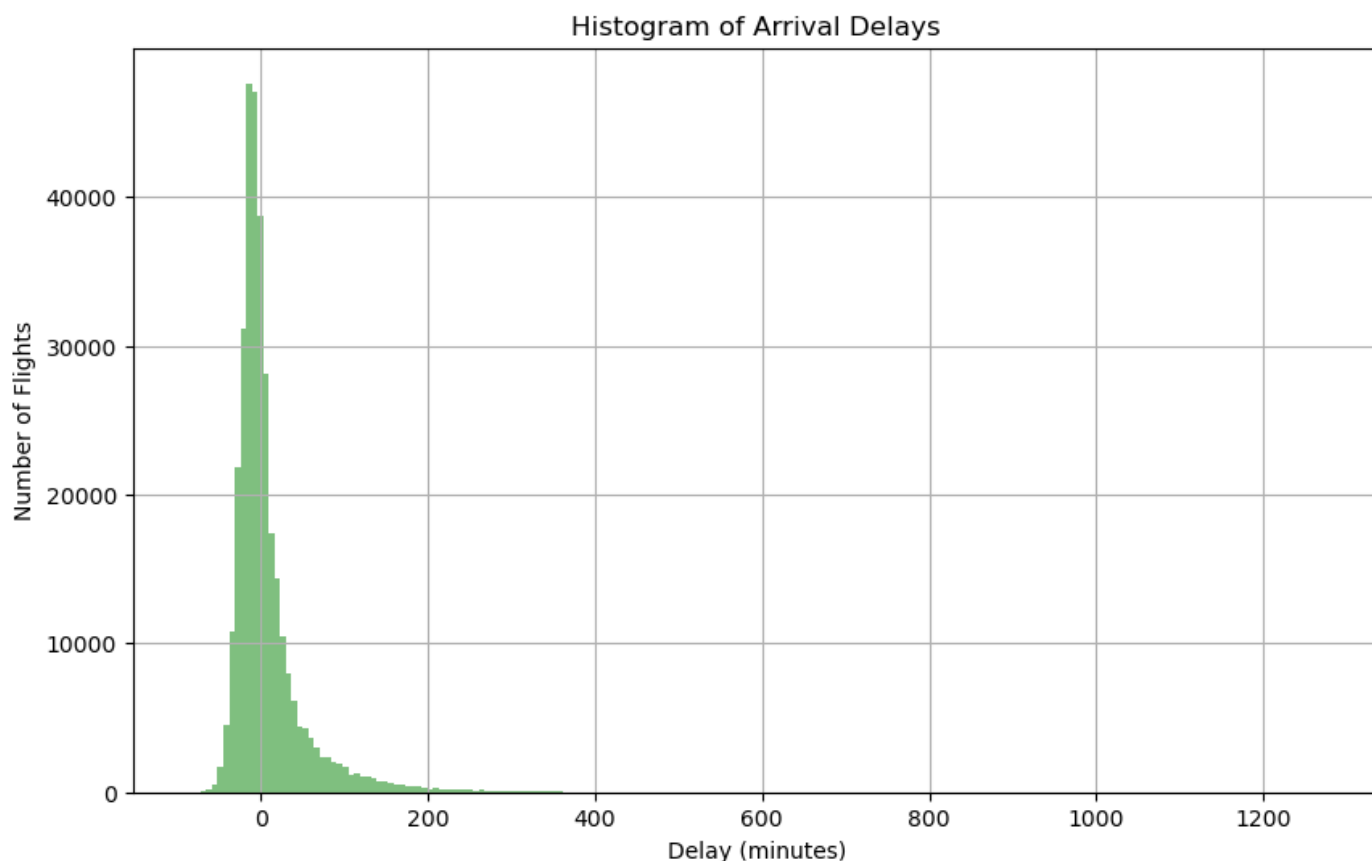
تحلیل میانگین تاخیر حرکت پروازها بر اساس مقصد نشان می‌دهد که برخی از مقاصد دارای میانگین تاخیر بیشتری هستند نسبت به دیگران. این تحلیل می‌تواند به عنوان یک ابزار مفید برای ارزیابی عملکرد مقصدها و شناسایی الگوهای تاخیرهای حرکت در سیستم حمل و نقل هوایی مورد استفاده قرار گیرد. متوجه شدن از میانگین تاخیرها به ارائه‌دهندگان خدمات مسافرتی کمک می‌کند تا در برنامه‌ریزی مسیرهای پروازی خود دقت بیشتری داشته باشند و بهترین تصمیمات را در انتخاب مسیرهای مناسب برای مسافران بگیرند.

علاوه بر این، این تحلیل می‌تواند به شرکت‌های هواپیمایی کمک کند تا بهترین مقاصد برای پروازهای خود را انتخاب کنند. مقاصدی که دارای میانگین تاخیر کمتری هستند، می‌توانند به عنوان انتخاب‌های اولیه برای پروازها در نظر گرفته شوند، زیرا این امر می‌تواند به کاهش تاخیرهای حرکت پروازها و افزایش رضایت مسافران کمک کند.

به طور کلی، این تحلیل میانگین تاخیر حرکت پروازها بر اساس مقصد می‌تواند به عنوان یک ابزار مفید برای بهبود عملکرد و کیفیت سرویس در صنعت حمل و نقل هوایی مورد استفاده قرار گیرد و به شرکت‌ها و مسافران کمک کند تا تصمیمات بهتری در زمینه انتخاب مسیرهای پروازی و مقاصد مسافرتی خود بگیرند.

با توجه به نمودار بدست آمده، فرودگاه Columbia Metropolitan Airport بیشترین میانگین تاخیر با زمان تقریبی 45 دقیقه را به خود اختصاص داده، این مقدار بیانگر این است که میانگین تاخیر حرکت پروازها از شهرهای مبدا بسمت این فرودگاه واقع در شهر لکسینگتون برابر 45 دقیقه است که این عدد میتواند دلایل مختلفی من جمله آب و هوای نامساعد این شهر، ترافیک هوایی زیاد این شهر، تکنولوژی و منابع کم و ضعیف و... داشته باشد.

تحلیل نمودار توزیع فراوانی تاخیر ورود پروازها به مقصد

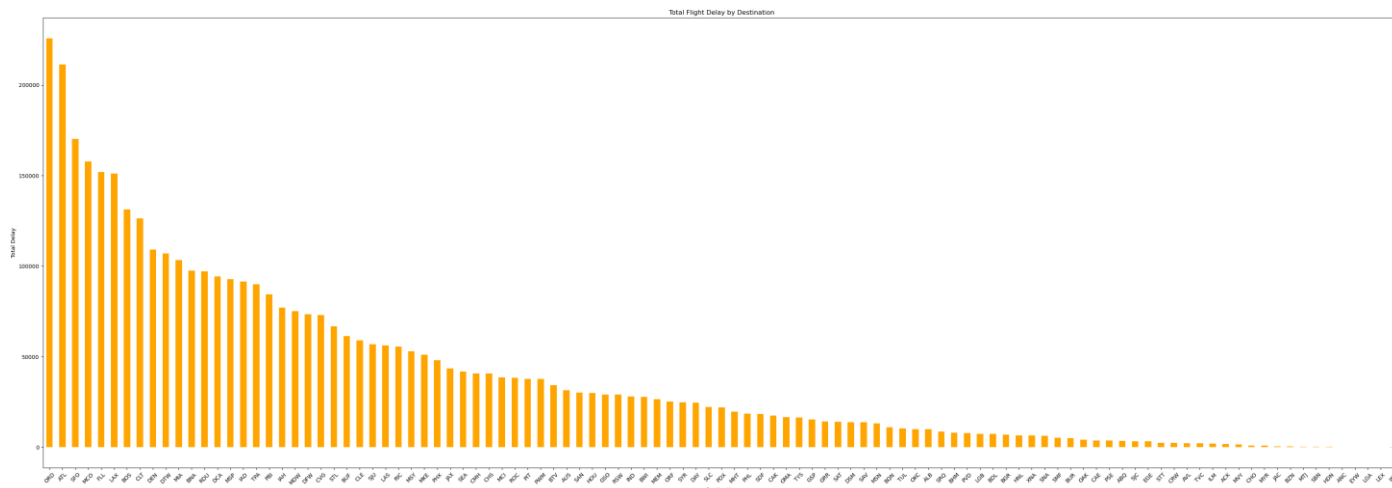


تحلیل نمودار توزیع فراوانی تاخیر ورود پروازها نشان می‌دهد که بیشترین تاخیرها در بازه‌های زمانی کمی نسبت به میانگین وجود دارند و اکثر پروازها دارای تاخیرهای کمتری هستند. این نمودار به وضوح نشان می‌دهد که تاخیرهای ورود به مقصد اغلب در محدوده‌های کوتاه‌تر قرار دارند و تاخیرهای بزرگ‌تر به نسبت کمتر هستند.

با توجه به توزیع فراوانی، می‌توان فهمید که اکثر پروازها دارای تاخیرهای کمتری هستند که به طور متوسط در محدوده ۰ تا ۵ دقیقه قرار دارند. این نتیجه نشان می‌دهد که عملکرد عمومی سیستم حمل و نقل هوایی به طور کلی قابل قبول است و تاخیرات بزرگ‌تر نسبت به تاخیرات کمتر اتفاقات نادر محسوب می‌شوند.

همچنین، این نمودار می‌تواند به مدیران شرکت‌های هواپیمایی و مسئولان حمل و نقل کمک کند تا بهترین استراتژی‌ها را برای مدیریت تاخیرات و بهبود عملکرد سیستم حمل و نقل هوایی انتخاب کنند. از طریق تحلیل این نمودار، می‌توان به شناسایی الگوها و عوامل موثر در تاخیرهای ورود به مقصد پرداخت و اقدامات مناسبی را برای کاهش تاخیرات و بهبود خدمات ارائه شده اتخاذ کرد.

مجموع تاخیرهای حرکت پروازها براساس مقصدهای مختلف



این نمودار نشان‌دهنده مجموع تاخیرهای حرکت پروازها بر اساس مقصدهای مختلف است. ارتفاع هر ستون نمایانگر مجموع تاخیرهای حرکت به مقصد مربوطه است. رنگ پرتوان‌های نمودار نیز به صورت نمایی نشان‌دهنده میزان تاخیرهای بیشتر است.

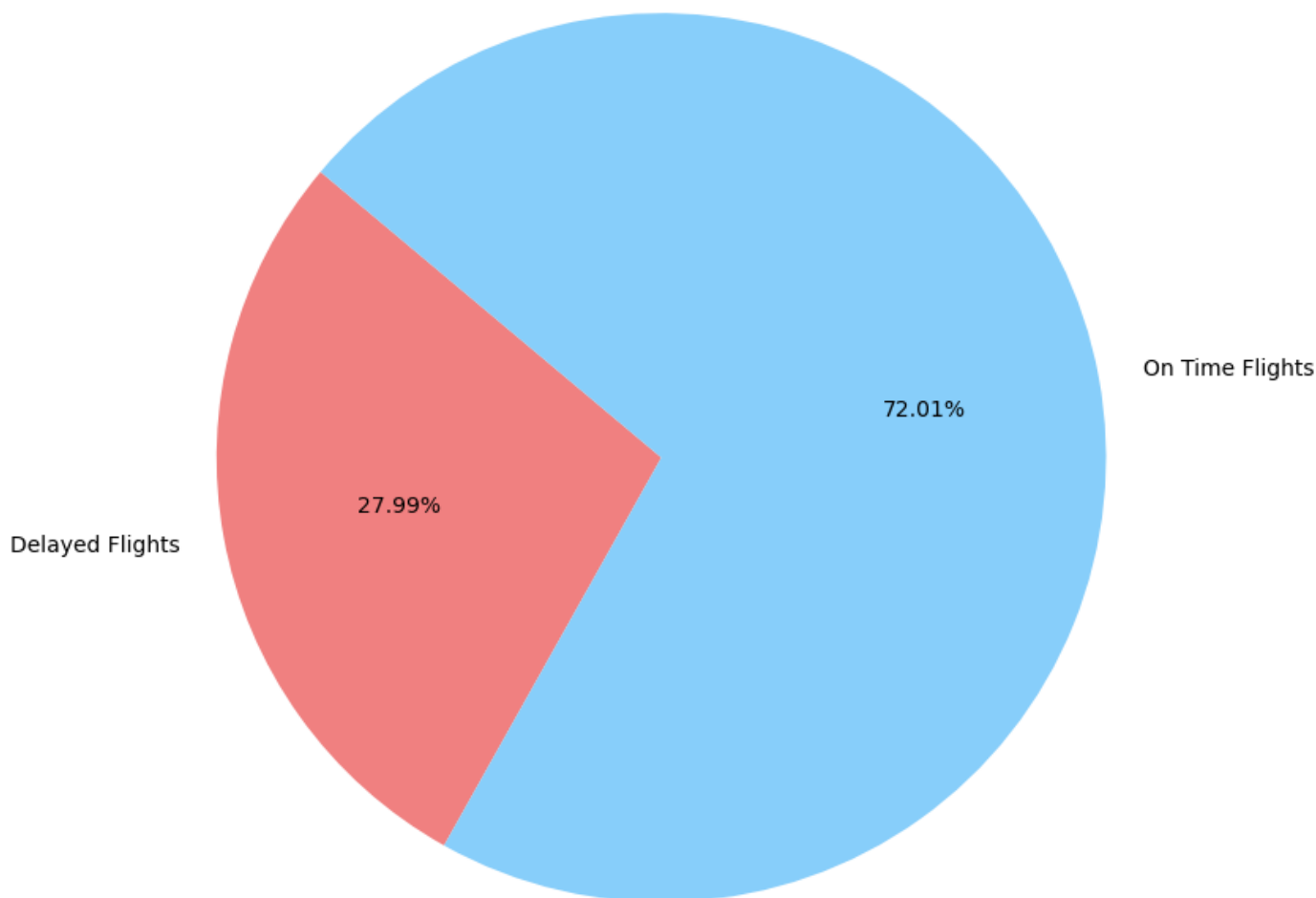
نمودار نشان می‌دهد که برخی از مقصدها دارای مجموع تاخیرهای حرکت بسیار بالا هستند که این می‌تواند به مشکلات و اختلالات در زمان‌بندی پروازها و یا شرایط مختلفی مانند شرایط جوی، مشکلات فنی یا ترافیک هوایی مربوط باشد.

با تحلیل این نمودار، می‌توان به شناسایی مقصدهایی پرداخت که معمولاً دارای تاخیرهای بیشتری هستند و از این اطلاعات برای بهبود مدیریت زمان‌بندی پروازها و افزایش کارایی در سیستم حمل و نقل هوایی استفاده کرد. همچنین، این نمودار می‌تواند به مدیران شرکت‌های هواپیمایی کمک کند تا اقدامات مناسبی را برای کاهش تاخیرات در پروازهای به مقصدهای خاص اتخاذ کنند.

رتبه اول را به خود اختصاص داده است که این نشان دهنده عملکرد ضعیف این فرودگاه در ساماندهی پروازهای ورودی میباشد.

نمودار درصد پروازهای تاخیری و سر وقت

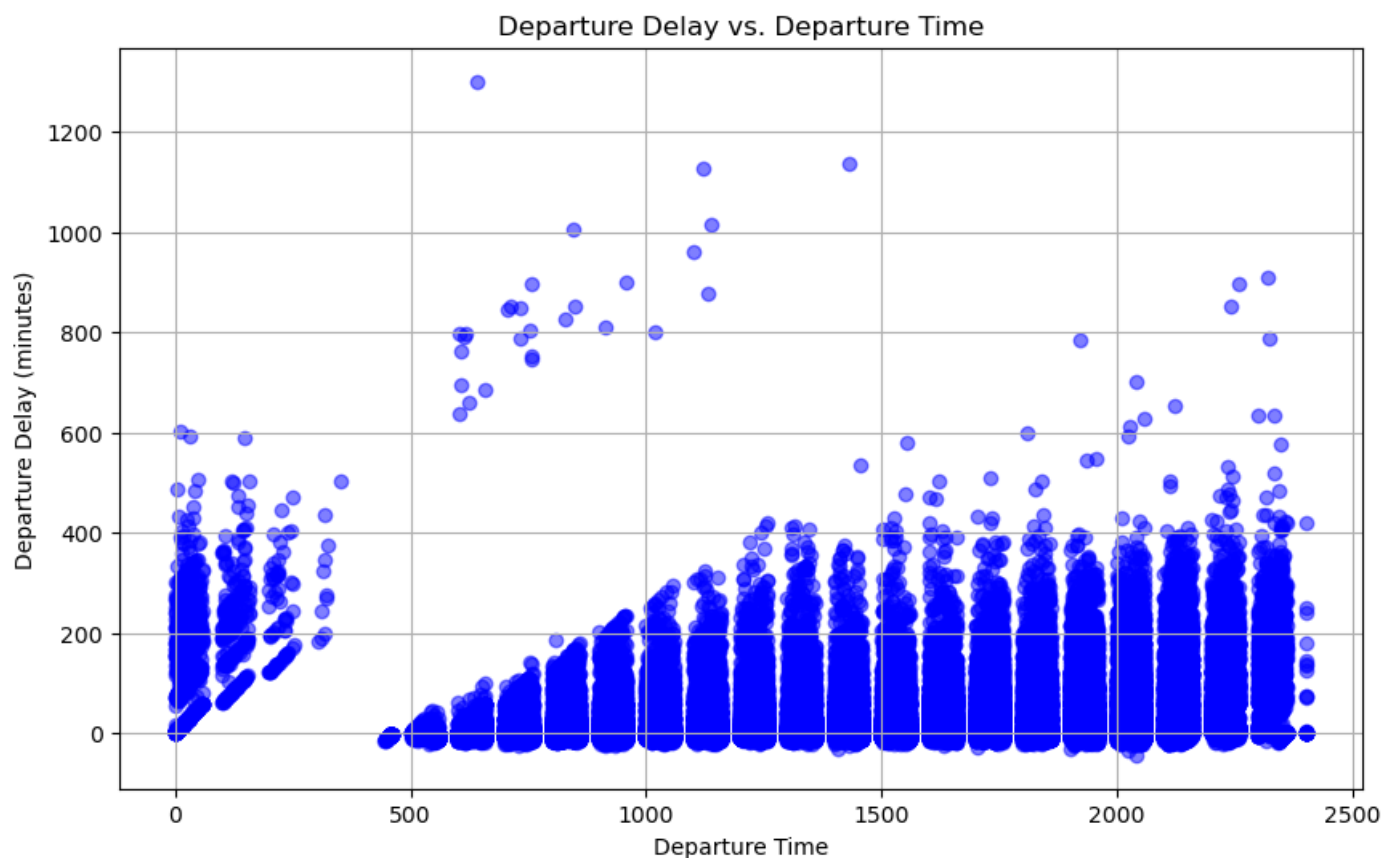
Percentage of Delayed and On Time Flights



این نمودار نشان می‌دهد که چه میزان از کل پروازها به موقع و چه میزان از آنها با تاخیر وارد مقصد شده‌اند. درصدی از پروازها که به موقع وارد مقصد می‌شوند، با رنگ آبی آمده و درصدی که با تاخیر وارد مقصد می‌شوند با رنگ قرمز نمایش داده شده است. این نمودار می‌تواند به مدیران هواپیمایی و مسافران کمک کند تا میزان تاخیرهای رایج در پروازها را درک کنند و برنامه‌ریزی مناسبی برای سفرهای آینده داشته باشند. همچنین، با تحلیل این نمودار می‌توان اقداماتی را برای بهبود عملکرد و افزایش تعداد پروازهای به موقع اتخاذ کرد، که این موضوع می‌تواند به افزایش رضایت مسافران و ارتقای سطح خدمات در صنعت هواپیمایی کمک کند.

با توجه به نمودار، 72 درصد پروازها در کشور آمریکا سر وقت انجام شده و 28 درصد پروازها با تاخیر صورت گرفته است. آستانه یا **treshold** برابر ده دقیقه در نظر گرفته شده که اگر پروازی بیشتر از این مقدار تاخیر داشته باشد جزو دسته پروازهای تاخیری محسوب شده و اگر کمتر مساوی از این مقدار تاخیر داشته باشد جزو دسته پروازهای سر وقت قرار می‌گیرند. لازم به ذکر است که با تغییر مقدار آستانه یا **treshold** این نمودار تغییر کرده و احتمالاً با کاهش آستانه درصد مربوط به پروازهای تاخیری بیشتر خواهد شد.

بررسی نمودار پراکندگی تاخیر و ساعت پرواز

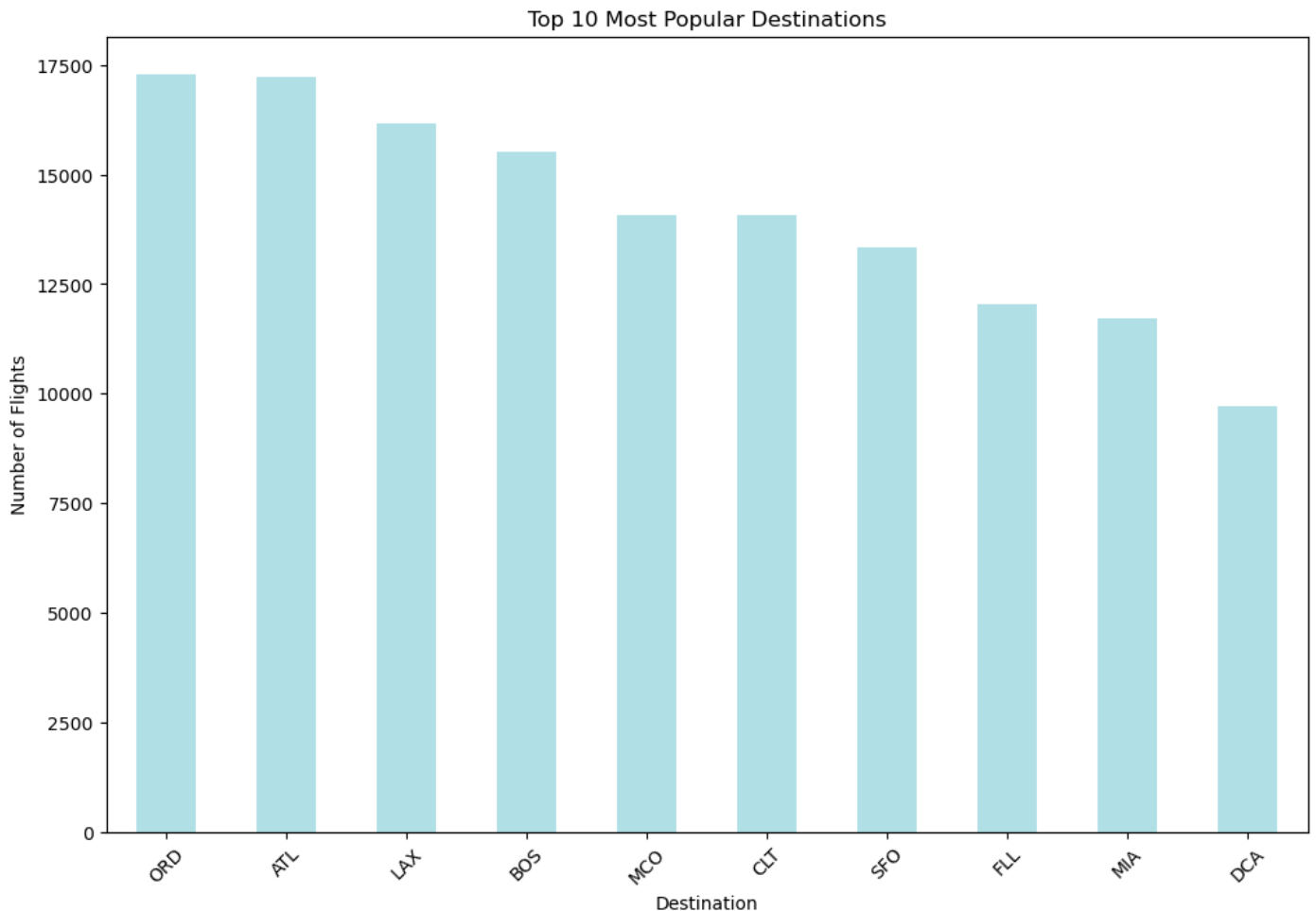


این نمودار پراکندگی نشان می‌دهد که چگونه تاخیر حرکت (به دقیقه) با زمان حرکت هواپیما از مبدا در رابطه است. هر نقطه در این نمودار نشان دهنده یک پرواز است، که محور افقی (x) نشان‌دهنده زمان حرکت هواپیما از مبدا و محور عمودی (y) نشان‌دهنده تاخیر حرکت هواپیما است. رنگ آبی و شفافیت نقاط نیز تفکیک بین نقاط را در صورت وجود چندین نقطه در همان مکان، ایجاد می‌کند.

با تحلیل این نمودار، می‌توان مشاهده کرد که آیا تاخیرهای حرکت به طور معمول در یک بازه زمانی خاصی رخ می‌دهند یا اینکه توزیع تاخیرها تنوع زیادی دارد. علاوه بر این، می‌توان با بررسی الگوهای مشاهده شده در نمودار، عوامل موثر در تاخیرهای حرکت را شناسایی کرد و اقداماتی برای کاهش آنها انجام داد.

از دیگر کاربردهای این نمودار می‌توان به بررسی رابطه بین زمان حرکت و تاخیرهای حرکت در شرایط مختلف، مانند زمان‌های روزانه یا فصلی، اشاره کرد. این تحلیل می‌تواند به مدیران هواپیمایی کمک کند تا الگوهای رایج تاخیرها را درک کنند و بهبودهای لازم را در برنامه‌ریزی پروازها اعمال کنند، که این موضوع می‌تواند به افزایش دقت و به موقعیت پروازها و کاهش تاخیرهای حرکت منجر شود.

بررسی نمودار مقاصد پرطرفدار

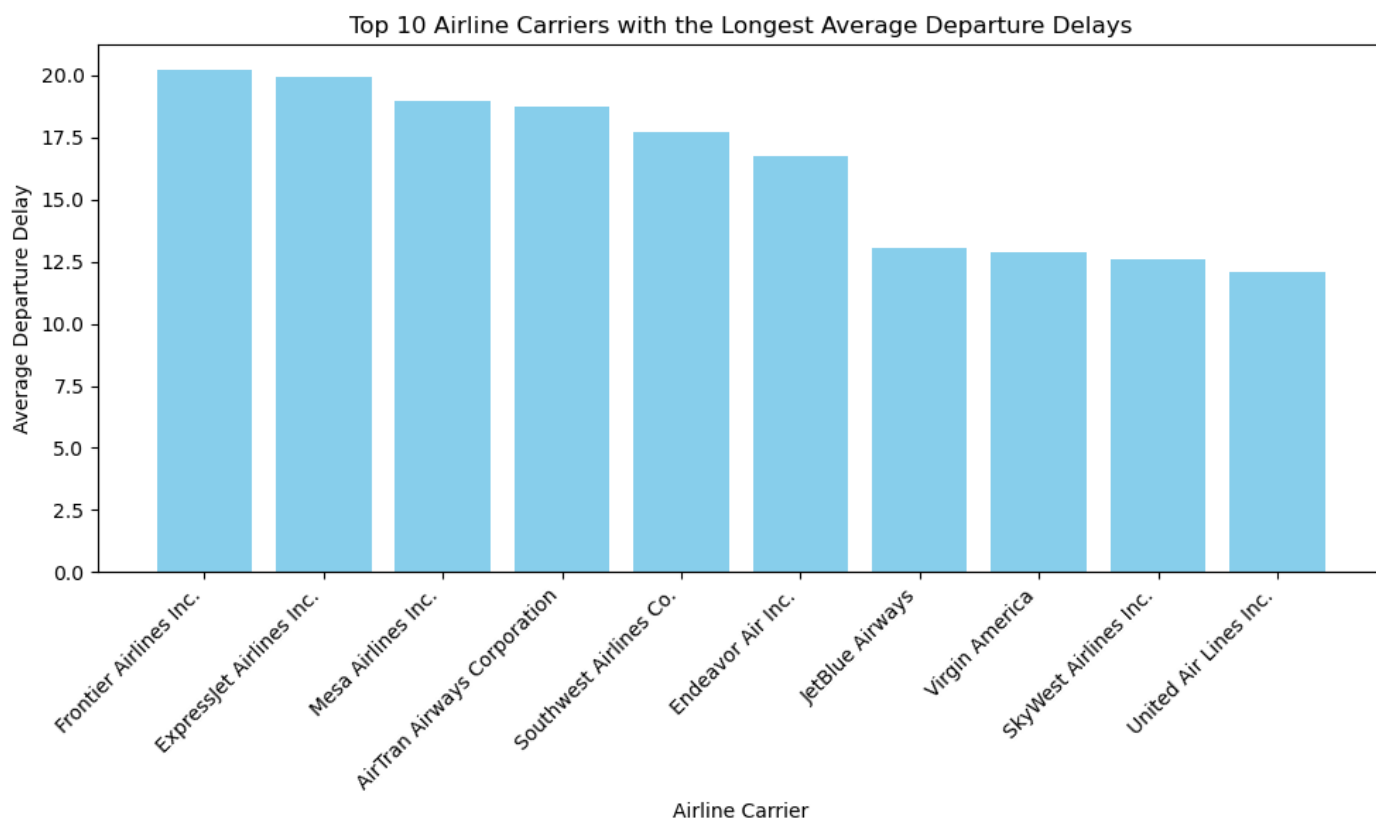


این نمودار نشان‌دهنده 10 مقصد پرطرفدارتر بر اساس تعداد پروازها به هر مقصد است. هر ستون در نمودار نشان‌دهنده تعداد پروازهایی است که به یک مقصد خاص انجام شده است. با تحلیل این نمودار، می‌توان مشخص کرد که کدام مقصدها بیشترین تعداد پرواز را جذب کرده‌اند و از آن‌ها برای مسافران محبوب‌تر هستند.

از این تحلیل می‌توان به عنوان یک معیار برای برنامه‌ریزی روش‌های جدید یا افزایش تعداد پروازها به مقصدهای محبوب استفاده کرد. همچنین، می‌توان با تحلیل تغییرات در تعداد پروازها به هر مقصد در طول زمان، الگوهای رفتار مسافران را درک کرد و برنامه‌ریزی‌های مدیریتی مناسب برای بهبود خدمات و رضایت مسافران انجام داد.

همچنین، با بررسی دقیق‌تر داده‌های مربوط به این مقصدها می‌توان به تحلیل‌های دقیق‌تری دست یافت و عواملی مانند فصل سفر، رویدادها، و جاذبه‌های گردشگری موثر بر تعداد پروازها به هر مقصد را شناسایی کرد. این اطلاعات می‌تواند به مدیران هواپیمایی و عاملین صنعت هواپیمایی کمک کند تا استراتژی‌های بهینه‌تری برای توسعه روت‌ها و افزایش فعالیت‌های هوایی در مقصدهای جذاب‌تر ارائه دهند.

تحلیل نمودار شرکت های هواپیمایی با بیشترین تاخیر حرکت از مبدا

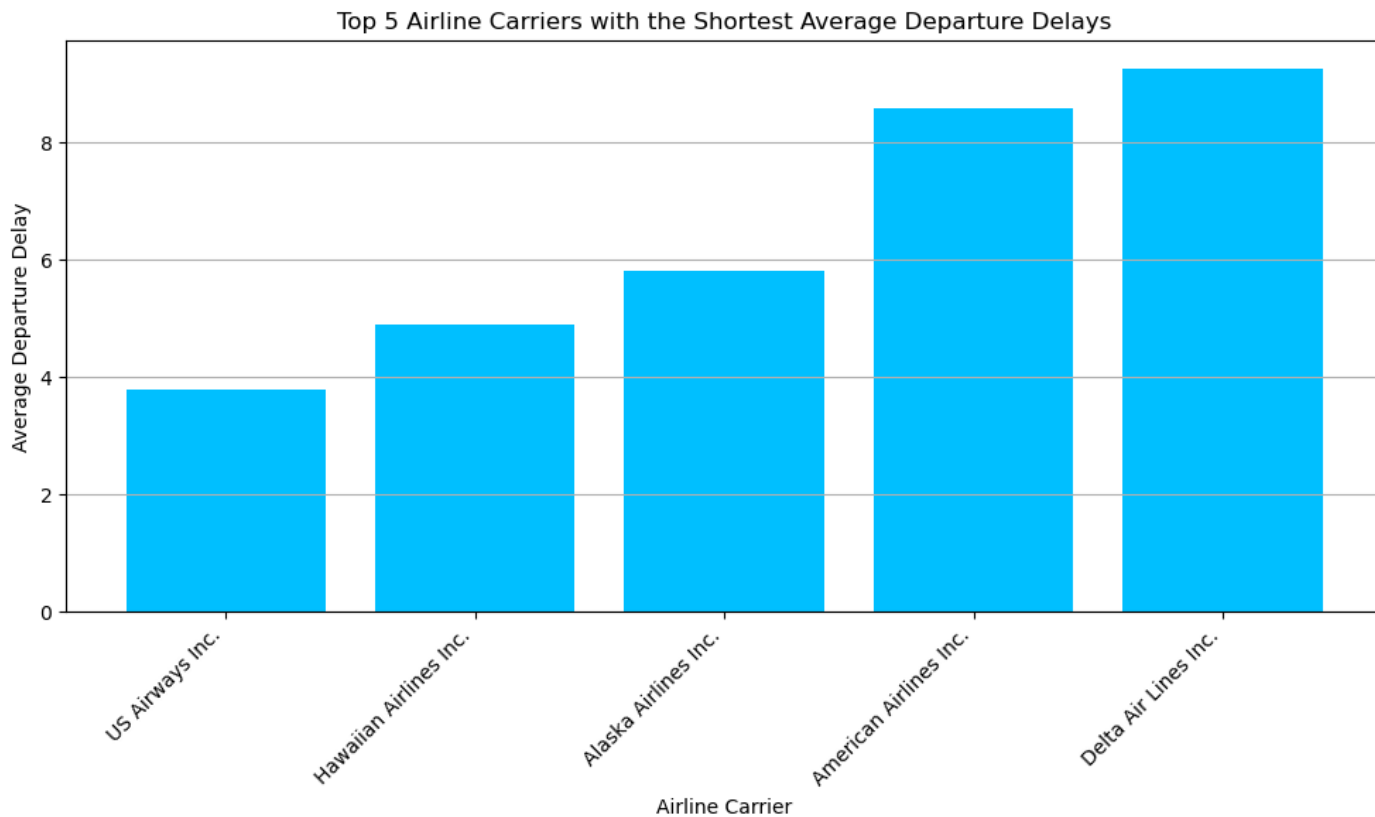


این نمودار نشان می‌دهد که ۱۰ شرکت هواپیمایی با میانگین بیشترین تاخیر حرکت از مبدا را دارند. هر ستون در نمودار نشان‌دهنده میانگین تاخیر حرکت از مبدا برای یک شرکت هواپیمایی خاص است. با تحلیل این نمودار، می‌توان مشخص کرد که کدام شرکت‌های هواپیمایی بیشترین تاخیر را از مبدا تا برخورد با مقصد داشته‌اند.

با بررسی این نمودار، می‌توان الگوها و روندهای مشخصی در تاخیرهای حرکت از مبدا را شناسایی کرد. این اطلاعات می‌تواند به مدیران هواپیمایی کمک کند تا عوامل موثر در ایجاد تاخیرهای حرکت را شناسایی کرده و برنامه‌هایی برای بهبود عملکرد و کاهش تاخیرها ارائه دهند.

با توجه به این تحلیل، می‌توان تمرکز بیشتری بر روی شناسایی علل و عوامل موثر در تاخیرهای حرکت از مبدا داشت و راهکارهایی برای مدیریت بهتر این تاخیرها ارائه کرد. همچنین، این اطلاعات می‌تواند به مسافران کمک کند تا در انتخاب شرکت هواپیمایی برای سفر خود، بهترین تصمیم را بگیرند و از تاخیرهای ناخواسته جلوگیری کنند.

تحلیل نمودار شرکت های هواپیمایی با کمترین تاخیر حرکت از مبدا



این نمودار نشان می‌دهد که ۵ شرکت هواپیمایی با کمترین میانگین تاخیر حرکت از مبدا را دارند. هر ستون در این نمودار نشان‌دهنده میانگین تاخیر حرکت از مبدا برای یک شرکت هواپیمایی خاص است. با تحلیل این نمودار، می‌توان مشخص کرد که کدام شرکت‌های هواپیمایی کمترین تاخیر را از مبدا تا برخورد با مقصد داشته‌اند.

با مشاهده این نمودار، می‌توان الگوها و روندهای مشخصی در تاخیرهای حرکت از مبدا را شناسایی کرد. این اطلاعات می‌تواند به مدیران هواپیمایی کمک کند تا عوامل موثر در کاهش تاخیرهای حرکت از مبدا را شناسایی کرده و راهکارهایی برای بهبود عملکرد و کاهش تاخیرها ارائه دهند.

با توجه به این تحلیل، می‌توان تمرکز بیشتری بر روی شناسایی علل و عوامل موثر در کاهش تاخیرهای حرکت از مبدا داشت و برنامه‌هایی برای مدیریت بهتر این تاخیرها ارائه کرد. همچنین، این اطلاعات می‌تواند به مسافران کمک کند تا در انتخاب شرکت هواپیمایی برای سفر خود، بهترین تصمیم را بگیرند و از تاخیرهای ناخواسته جلوگیری کنند.