

Uçak İniş Takımları İçin Hidrolik Devre Tasarımı ve Simülasyonu

Mahmut Can ŞENEL*

¹Makina Mühendisliği Bölümü / Mühendislik Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

*(mahmutcan.senel@omu.edu.tr)

Özet – Hidrolik sistemler endüstri süreçlerinde ve otomasyon uygulamalarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Havacılıkta, hidrolik sistemler uçak sistemlerinin kalbi olup sorunsuz bir uçuş ve uçak işleyişi için kritik öneme sahiptir. Basit bir deyişle, makineleri tahrik etmek veya basınç altında bir sıvı kullanarak mekanik bileşenleri taşımak için bir hidrolik sistem kullanılır. Uçak hidroliği, iniş takımları, frenler, kanatlar, itme geri vitesleri ve uçuş kontrolleri gibi ekipmanlarının çoğunu çalıştırmak için her boyuttaki uçaklarda kullanılır. Böylece, hidrolik sistem kritik ve temel bileşenleri hareket ettirme ve çalıştırma işlevini yerine getirir. Bu çalışmada, hidrolik devre elemanlarından faydalanılarak uçak iniş takımları için hidrolik devre tasarımı ve simülasyonu gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Uçak İniş Takımı, Hidrolik Devre, Fluid-Sim, Simülasyon, Tasarım

I. GİRİŞ

"Hidrolik" kelimesi, Yunanca su kelimesine dayanmakta olup suyun dinlenme ve hareket halindeki fiziksel davranışının incelenmesi anlamına gelmektedir. Bugünkü anlamı, hidrolik sıvı da dahil olmak üzere tüm sıvıların fiziksel davranışını içerecek şekilde genişletilmiştir. Hidrolik sistemler havacılık için yeni değildir. İlk olarak uçakların fren sistemlerinde kullanılmıştır. Uçaklar daha sofistike hale geldikçe, hidrolik güce sahip daha yeni sistemler geliştirilmiştir [1].

Uçaklardaki hidrolik sistemler, uçak bileşenlerinin çalışması için bir araç sağlar. İniş takımlarının, kanatların, uçuş kontrol yüzeylerinin ve frenlerin çalışması büyük ölçüde hidrolik güç sistemleri ile gerçekleştirilir. Hidrolik sistem karmaşıklığı, yalnızca tekerlek frenlerinin manuel olarak çalıştırılması için sıvı gerektiren küçük uçaklardan, sistemlerin büyük ve karmaşık olduğu büyük nakliye uçaklarına kadar değişir. Gerekli yedekliliği ve güvenilirliği elde etmek için sistem birkaç alt sistemden oluşabilir. Hidrolik sistemler, çeşitli uçak ünitelerini çalıştırmak için güç kaynakları olarak birçok avantaja sahiptir. Hafiflik, kurulum kolaylığı, denetimin basitleştirilmesi ve minimum bakım gereksinimlerinin avantajlarını bir araya getirir. Hidrolik operasyonlar da neredeyse

yüzde 100 verimlidir ve sıvı sürtünmesi nedeniyle sadece ihmal edilebilir bir kayıp yaşanır [1].

Hidrolik sistem bir uçağın işleyişinde hayati bir rol oynadığından, tüm uçaklar, bu bileşenlerin sağlayabileceği sayısız fayda nedeniyle hidrolik olarak çalışan bazı bileşenlerden yararlanır. Teknolojik gelişmelerle birlikte, hidrolik sistemler de gelişti ve kullanımları, özellikle tüm temel ve kritik uçuş bileşenlerini çalıştırmak için karmaşık sistemlere sahip daha büyük uçaklarda daha yaygın ve gerekli hale geldi. Bunlar arasında kanatlar, ana iniş takımı geri çekilmesi veya uzatılması, çitalar, kanatlar, kapılar ve kargo uçaklarına yükleme rampaları gibi uçuş kontrol yüzeyleri bulunur. Hidrolik sistemler ayrıca ön cam sileceklerinin pervanelerini ve frenleri hareket ettirmek ve çalıştırmak için güç sağlar [2].

Günümüzde hidrolik sistemler hakkında literatürde pek çok çalışma mevcuttur. Kan ve Orbay (2014), yaptıkları çalışmada uçak hidrolik sistemleri tasarım faaliyetleri esnasında uygulanan yöntemler ve izlenen yöntemleri ele almışlardır. Uçak hidrolik sistemleri tasarımında, sistem ve ekipman gereksinimlerinin nasıl ortaya çıkarıldığı ve bu gereksinimleri karşılayacak tasarım çözümünün nasıl yapıldığını incelemişlerdir. Bu doğrultuda; uçak hidrolik sistem tasarım

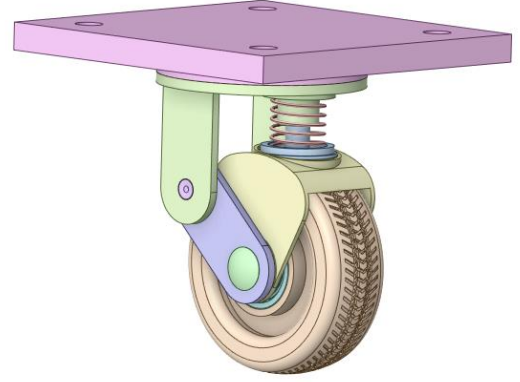
standartları, gereksinim paketinin oluşturulması, sistem tasarımı ve ekipman seçilmesi, ekipman boyutlandırması, sistem analiz ve simülasyonu, kalifikasyon ve test faaliyetleri ve sertifikasyon faaliyetleri konuları hakkında bilgi vermişlerdir [3]. Erdoğan (2011), giyotin makasının hantal mekanik sistemi yerine yüksek hızda çalışan bir hidrolik sistem tasarlayarak modifiye etmiştir [4]. Şahin ve Özcan (2014), yapmış oldukları çalışmada eski model bir pres tezgahını oransal servo uygulaması ile modernize ederek üretime kazandırmışlardır [5]. Aydın ve Arslan (2016), bir tarım traktörünün önüne takılarak çalıştırılacak olan iki sıralı bir pamuk tepe kesme makinesinin mekanik sistemini ölçülendirmiş, katı model ve hidrolik sistem tasarımını yapmışlardır [6]. Yaman ve Konukseven (2011), yaptıkları çalışmada hidrolik fırlatma sistemiyle çalışan bir dağ treninin “Roller Coaster” hidrolik devre tasarımı yapmışlardır. Bu tasarımda farklı olarak trene ilk enerjisi hidrolik fırlatma mekanizması ile kazandırılmakta ve bu enerji ile rotayı durmaksızın tamamlamasını sağlamışlardır [7].

Bu çalışmada uçak flaplarının hareketini, iniş takımlarının hareketini ve aileronların dönüş hareketini sağlayan hidrolik devrelerin tasarımı gerçekleştirilmiştir.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

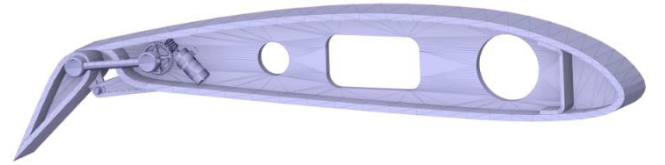
Bu çalışmada, hidrolik devre elemanlarından faydalanılarak uçak iniş takımları için hidrolik devre tasarımı ve simülasyonu yapılmıştır. Amaç, uçak flaplarının hareketi, iniş takımlarının hareketi ve aileronların dönüş hareketinin hidrolik sistemler yardımıyla gerçekleştirilmesidir. Bu sistem yardımıyla flapların ve aileronların kumanda yardımıyla hareket ettirilmesi sağlanmaktadır.

Uçakların inişi ve kalkışı sırasında, yerdeki hareketlerinde yer ile temasını sağlayan, uçağın yatay ve düşey yönlerdeki hareketlerinden doğan yükleri en iyi şekilde karşılayan iniş takımlarına ihtiyaç vardır. Uçağın iniş takımlarının iniş ve kalkış anında olduğu kadar, taksi sırasında da en iyi performansı göstermesi beklenir [8]. Eğitim setinde kullanılacak olan iniş takımının CAD tasarımına Şekil 1’de yer verilmiştir.



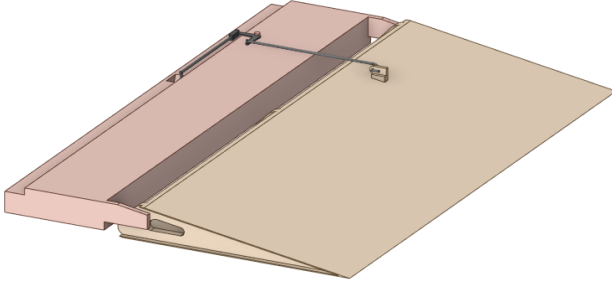
Şekil 1. Eğitim seti için yapılan iniş takımı CAD tasarımı

Flaplar, uçak kanatlarının arka kısmında bulunan, kanadın ucundaki en işlevsel parçalardan biridir. Flapların yönü daima aşağı doğrudur. Sağ ve sol flaplar birlikte aynı değerinde hareket edebilirler. Flaplar, uçaklarda yüksek hızlarda en yüksek kaldırma kuvveti sağlayıp, düşük hızlarda ise hava filelerinin tesirini artırmak amacıyla dizayn edilmiştir. Bundan dolayı, kalkış sırasında ve düşük hıza ihtiyaç duyulduğu durumlarda, inişte kullanılan flaplar ile hücum açısı ve hız kontrol altında tutulabilir ve uçan cismin düşük hızda havada kalmasını sağlayan yeterli düzeyde kaldırma kuvveti ortaya çıkarılmış olur [9]. Eğitim setinde kullanılacak olan flapların CAD tasarımına Şekil 2’de yer verilmiştir.

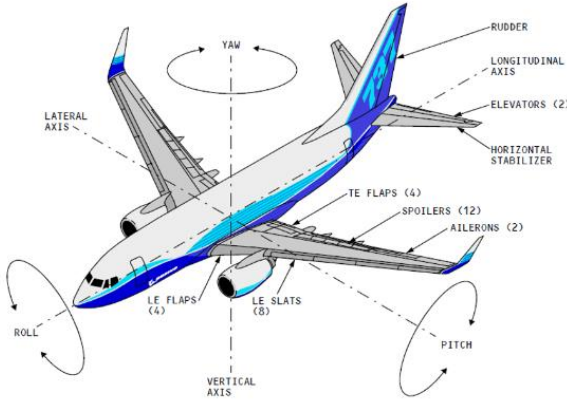


Şekil 2. Eğitim seti için yapılan Flap CAD tasarımı

Aileronlar, kanadın firar kenarında, flapların dışında bulunurlar. Uçağın yatış hareketlerini kontrol ederler. Kanatların iki ucunda da bulunurlar. Ancak aileronlar birbirinin tersi yönünde hareket ederler. Her ikisi de tek kumanda yardımıyla yönetilir [10]. Test düzeneğinde kullanılacak olan aileronun CAD tasarımına Şekil 3’de yer verilmiştir. Şekil 4’de flaplar ve aileronların uçak modeli üzerinde gösterimine yer verilmiştir.



Şekil 3. Eğitim seti için yapılan aileron CAD tasarımı



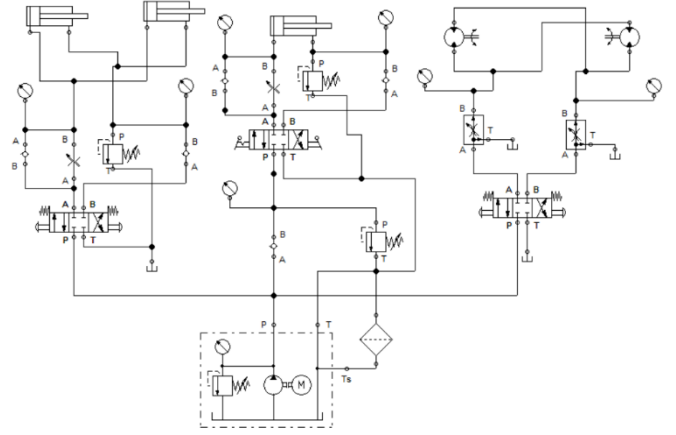
Şekil 4. Flaplar ve aileronların model üzerinde gösterilmesi

III. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Hidrolik kontrollü iniş takımı eğitim seti, Fluid-Sim hidrolik paket programıyla simüle edilmiştir. Hidrolik devre; güç ünitesi, hidrolik motorlar, elektrik motoru, basınç sınırlama valfleri, hidrolik silindirlere, yön kontrol valfleri ve akış kontrol valflerinden oluşmaktadır (Tablo 1). Tasarlanan hidrolik devre Şekil 5’de yer almaktadır.

Tablo 1. Devrede kullanılan elemanlar

Hidrolik Devre Elemanı	Adet
Güç ünitesi (Tank, filtre, hidrolik pompa)	1
Hidrolik motor	2
Elektrik motoru	1
Basınç sınırlama valfi	4
Hidrolik silindir	3
4/3 çift kol kumandalı yön kontrol valfi	1
4/3 çift kol kumandalı yön kontrol valfi (yay geri dönüşlü)	2
Çekvalf	5
Ayarlanabilir akış kısma valfi	2
Akış kontrol valfi	2

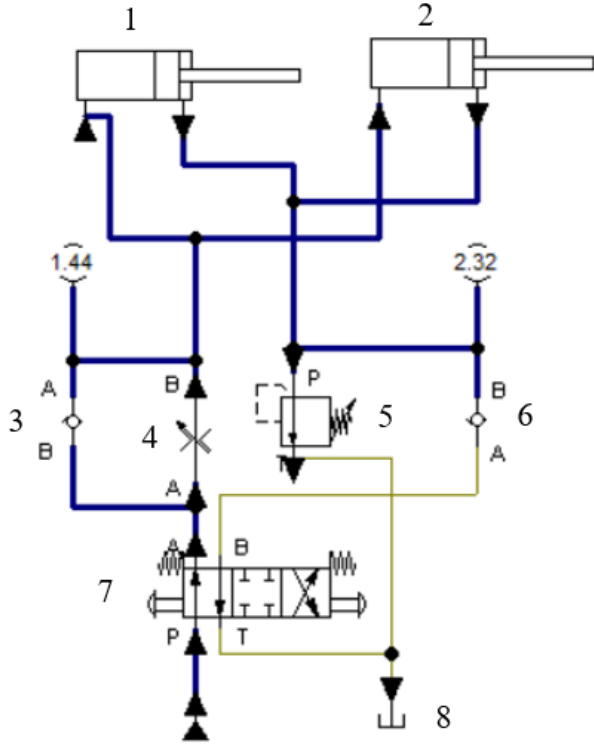


Şekil 5. İniş takımı eğitim seti hidrolik devre tasarımı

Yapılan sistem tasarımında bir güç ünitesi kullanılmıştır. Güç ünitesi içerisinde elektrik motoru, emniyet valfi, tank ve manometre bulunmaktadır. Yağ tankı hidrolik sistemdeki yağı depolar. Yağın bir yerde toplanmasını, dinlenmesini ve yağın içinde bulunan parçacıklardan arınmasını sağlar. Hidrolik sistemlerde filtreler sistemin temizliğini ve sorunsuz çalışmasını sağlar. Filtreler tıkanığında emiş gücü ve basıncı düşer. Filtreler hidrolik sistemlerde iki farklı yerde kullanılabilir. Bunlardan biri basınç hattı filtresi diğeri ise dönüş hattı filtresidir. Tasarımda filtre, tanka geri dönüş hattında bağlanmıştır.

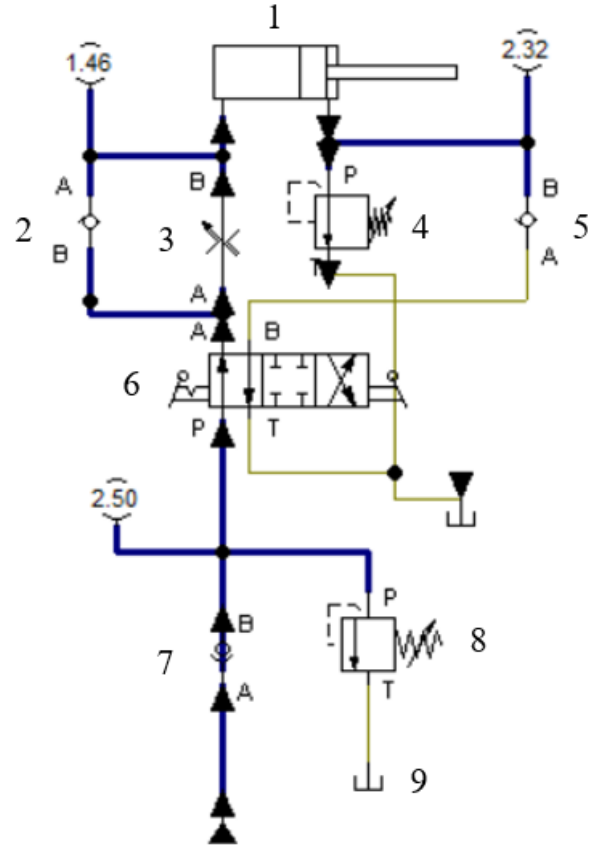
Hidrolik devrede flapların hareketi için hazırlanan kısımda yay geri dönüşlü 4/3 çift kol kumandalı yön kontrol valfi kullanılmıştır (7). Yay geri dönüşlü valflerin kullanım amacı sistem hareketinin istenildiği anda rahatça durdurulabilmesi ve daha hassas ayar yapılabilmesidir. Tankı yüksek basınçlardan korumak için çek valf kullanılmıştır (3, 6). Çalışma basıncının belirleneceği noktaya da basınç düşürme valfi eklenmiştir (5).

Sağ ve sol flapların birlikte aynı anda aynı hareketi yapabilmeleri için sistemde 2 adet çift etkili hidrolik silindir kullanılmıştır (1, 2). Hidrolik pistonların çıkış hızlarının ayarlanabilmesi içinse ayarlanabilir akış kısma valfi kullanılmıştır (4). Flapların hareketi Şekil 6’da görülmektedir.



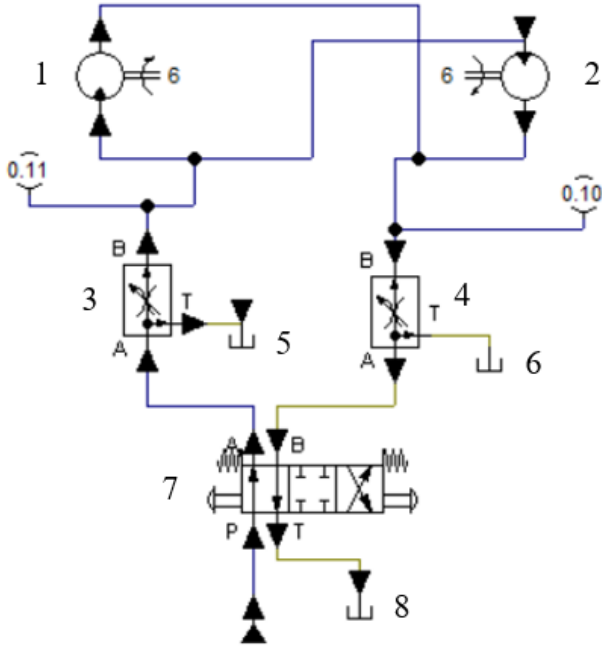
Şekil 6. Flapların hareketi

Hidrolik devrenin iniş takımlarının hareketi için hazırlanan kısmında 4/3 çift kol kumandalı yön kontrol valfi kullanılmıştır (6). Tankı yüksek basınçlardan korumak için çek valf kullanılmıştır (2, 5). Çalışma basıncının belirleneceği noktaya da basınç düşürme valfi eklenmiştir (4). İniş takımları açılıp kapanma hareketi yaptıklarından bu sistemde 1 adet çift etkili hidrolik silindirle sağlanmıştır (1). Hidrolik pistonların çıkış hızlarının ayarlanabilmesi içinse ayarlanabilir akış kısma valfi kullanılmıştır (3). İniş takımlarının hareketi Şekil 7'de görülmektedir. Kullanılan her iki sistemde de piston ileri hareket ederken akışkanın debisini azaltmak için kısma valfine paralel olarak çek valf bağlanır. Çek valfler basınçlı havanın tek yöne akışına müsaade eder. Diğer yöndeki akışa kapalıdır. Bu sayede piston ileri çıkarken kısılmaktadır.



Şekil 7. İniş takımlarının hareketi

Hidrolik devrede aileronların hareketi için tasarlanan kısmında yay geri dönüşlü 4/3 çift kol kumandalı yön kontrol valfi kullanılmıştır (7). Yay geri dönüşlü valflerin kullanım amacı sistem hareketinin istenildiği anda rahatça durdurulabilmesi ve daha hassas ayar yapılabilmesidir. Hidrolik silindirlerdeki ve hidrolik motor mili üzerindeki yağın hızını ve akış biçimini ayarlamak veya sistem ihtiyacına göre şekillendirmek için 2 adet akış kontrol valfi kullanılmıştır (3, 4). Aileronlar birbirinin tersi yönde hareket ettiklerinden bu sistemin kurulmasında 2 adet hidrolik motor kullanılmıştır (1, 2). Gerçekte de olduğu gibi hazırlanan hidrolik devrede her iki motor da kumanda yardımıyla kontrol edilmektedir. Şekil 8'de aileronların hidrolik motor yardımıyla hareket ettirilmesi görülmektedir.



Şekil 8. Aileronların hareketi

IV. SONUÇLAR

Yapılan çalışma neticesinde, hidrolik devre elemanlarından faydalanılarak uçak iniş takımları için hidrolik devre tasarımı ve simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan hidrolik devrenin simülasyonu Fluid-Sim hidrolik paket programıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada uçak flaplarının, iniş takımlarının ve aileronların dönüş hareketinin hidrolik sistemler yardımıyla hareket ettirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma ile birlikte havacılık okullarında hava araçlarının bakımı için uygulamalı eğitim yapılması, öğrencilerin teorik bilgiyi anlamasının yanında iniş takımı sisteminin havacılık standartlarına uygun şekilde bakımının yapılabilmesini sağlamak amaçlanmıştır. Öğrencilerin teorik bilgiyi anlamasının yanında iniş takımı sisteminin havacılık standartlarına uygun şekilde bakımın yapılabilmesini de sağlamaktadır. İniş takımı üzerine eğitilen kişiler, yetkin bir şekilde uçaklar üzerindeki bu sisteme müdahale edebilir.

V. KAYNAKLAR

- [1] Aeronautics Guide, "Aircraft Hydraulic and Pneumatic Power Systems" Ziyaret Tarihi: 1 Ocak 2023 <https://www.aircraftsystemstech.com/2017/04/aircraft-hydraulic-system.html>
- [2] Aeronautics Guide, "The Power of Aircraft Hydraulic System", Ziyaret Tarihi: 2 Ocak 2023 <https://www.aeroclass.org/aircraft-hydraulic-system/>
- [3] Kan, A.E., Orbay, N.G., "Uçak Hidrolik Sistemleri Tasarım Faaliyet Süreçleri", Uluslararası Katılımlı VII. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi 2014/İstanbul

- [4] Erdoğan U., "Mekanik olarak Çalışan Giyotin Makasını Yüksek Hızda Çalışan Hidrolik Giyotin Makasına Dönüştürülmesi", VI. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 567. s, 12-15 Ekim 2011/İzmir.
- [5] Şahin, C., Özcan, G., "Hidrolik Oransal Servo Uygulamaları ile Roller Pres Modernizasyonu", VII. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 227. s, 2014.
- [6] Aydın, İ., Arslan, S., "Pamuk Tepe Kesme Makinesi Tasarımı", Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science) 2016, 12 (2), 141-147
- [7] Yaman U., Konukseven E.İ., Akova H.U., Demirer S., "Dağ Treni Hidrolik Fırlatma Sistemi Tasarımı" VI. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi 12-15 Ekim 2011/İzmir.
- [8] Balta H., Güçlü R., "Uçak İniş Takımının MR Damperle Yarı Aktif Kontrolünün Yapılması", Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi (Journal of Engineering Research and Development), 2016/İstanbul.
- [9] Alkan M., "Bir Uçağın Kanat ve Sabit İniş Takımı Aerodinamik İlişkisinin İki Boyutlu İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 2018.
- [10] Seyrüseferim, "Aileron Nedir ?", Ziyaret Tarihi: 4 Ocak 2023, <https://seyruseferim.com/aileron-nedir/>