

## AV-BOMBARDİMAN UÇAKLARININ BAZI TASARIM PARAMETRELERİNİN KORELASYONU

**Abdurrahman HACIOĞLU\***

Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay  
Mühendisliği Bölümü  
Yeşilyurt/İSTANBUL  
hacioglu@hho.edu.tr

**Mustafa ÜNAL**

Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay  
Mühendisliği Bölümü  
Yeşilyurt/İSTANBUL

*Geliş Tarihi: 01 Mayıs 2013, Kabul Tarihi: 19 Temmuz 2013*

### ÖZET

*Bu çalışmada, av bombardıman uçakları için kavramsal tasarım aşamasında önemli rol oynayan bazı tasarım parametrelerinin arasındaki korelasyon araştırılmıştır. Bu amaçla, yeni nesil uçakları da içerecek şekilde bir veri tabanı oluşturularak ağırlık, itki, kanat alanı, en yüksek hız ve tırmanma oranı vb. tasarım parametrelerinin arasında ne derecede korelasyon bulunduğu analiz edilmiştir. Ortaya çıkartılan anlamlı korelasyon ilişkilerinin kavramsal tasarım safhasında uçak tasarımcıları için yol gösterici olabileceği değerlendirilmiştir.*

*Anahtar Kelimeler: Av Bombardıman Uçakları, Kavramsal Tasarım Parametreleri, Belirleme Katsayısı, Korelasyon.*

### CORRELATIONS OF PRELIMINARY DESIGN PARAMETERS FOR MILITARY AIRCRAFTS

#### ABSTRACT

*In this paper, the correlation among some design parameters which are important for conceptual design phase of a combat aircraft are investigated. For this purpose, by creating a database including new generation aircrafts, what level correlation exists among the primary design parameters, such as weight, wing area, thrust, maximum speed and rate of climb etc., are analyzed. It is concluded that the obtained significant correlations can be a guide for the aircraft designers at the conceptual design phase.*

*Keywords: Combat Aircraft, Conceptual Design Parameters, Determination Parameter, Correlation.*

### 1. GİRİŞ

Günümüzün endüstriyel havacılık uygulamalarında bir uçağın tasarım süreci genel olarak üç aşamada ele alınır<sup>1</sup>: Kavramsal tasarım, ön tasarım ve ayrıntılı son tasarım. Kavramsal tasarım aşaması çoğunlukla 15-30 mühendis tarafından gerçekleştirilen ve tarif edilmiş görev ve isterlerin ışığında ağırlık, boyutlar ve performans ile ilgili ilk tahminlerin yapıp konfigürasyonla ilgili ilk değerlendirmelerin ortaya konduğu aşamadır. Bu aşamanın 6-12 milyon dolar aralığında bir maliyetinin olacağı öngörülür<sup>1</sup>. Ön tasarım aşaması 100-300 mühendisin görev aldığı, aerodinamik yapının ve yapısal iskeletin belirlenip bunlarla ilgili ayrıntılı performans hesaplarının yapıldığı aşamadır<sup>1</sup>. Bu amaçla sayısal simülasyonlar

ve rüzgar tüneli testleri de gerçekleştirilir. Bu aşama iki yıl kadar sürebilir ve 60-120 milyon dolar aralığında bir maliyeti vardır<sup>1</sup>. Ayrıntılı son tasarımda uçağa ait aerodinamik, yapısal, aviyonik vb. tüm konfigürasyon ve uçak üzerinde bulunacak bütün sistemler ayrıntılı olarak tanımlanır. Bu safhada binlerce mühendisin, uçak üzerindeki her bir parçayı tanımlaması ve bunlarla ilgili imalat planlarını hazırlaması gerekir. Ana maliyeti oluşturan bu safha, 3-10 milyar dolar mertebesinde bir bütçe gerektirir<sup>1</sup>.

Kavramsal tasarımda, tanımlanan temel istelere ve arzu edilen işlevlere göre ortaya farklı uçak konfigürasyonları çıkar. Bunların arasından, yapılacak fayda analizine göre, isterleri en iyi şekilde karşılayan konfigürasyon tercih edilecektir. Herhangi bir tasarım süreci gibi bu safha da çok fazla iterasyon gerektirir<sup>2</sup>.

\* Sorumlu Yazar

Bu safhanın sonunda uçağın ağırlık, kanat ve gövde büyüklükleri, motor ve menzil gibi belirleyici temel unsurlarının boyutları ortaya çıkartılır. Bunlara yönelik ilk tahminler ve hesaplamalar yapılırken, aynı kategorideki mevcut ve geçmiş uçakların verilerine ve bu verilerin gösterdiği eğilime bakılır<sup>3</sup>. Uçak tasarımı karmaşık bir mühendislik çalışması gerektirir. En başarılı tasarım çalışmaları, benzer sınıftaki uçaklarla ilgili tecrübeleri olan ekipler tarafından gerçekleştirilmiştir. Başarılı tasarımların pek çoğu, mevcut benzerlerinin geliştirilmesiyle elde edilir. Bu durum, geçmiş tecrübelerin neden çok önemli olduğunu açık bir şekilde göstermektedir<sup>4</sup>.

Bu nedenle değişik kategorilerdeki mevcut ve geçmiş uçaklara ait verilerin analiz edilerek bunların gösterdikleri eğilimlerin takip edilmesi, yapılacak uçak tasarımı çalışmaları için yol gösterici olacaktır. Bu kapsamda, Ibrahim ve Mohnot<sup>5</sup> genel amaçlı hafif uçakların temel tasarım parametreleri arasındaki ilişkiyi analiz ederek, kalkış ağırlığı, boş ağırlık, yakıt ağırlığı, kanat alanı ve açıklığı gibi bir çok parametre arasında basit ve güçlü korelasyon olduğunu göstermişlerdir. Kallinderis ve arkadaşları<sup>6</sup> benzer şekilde sivil jet motorlu uçaklar için temel tasarım parametreleri arasındaki doğrusal korelasyonu, uçakların gürültü düzeylerini de gözönüne alarak incelemiş; Vouvakos ve arkadaşları<sup>7</sup> ise turboprop uçakların verileriyle karşılaştırmasını yapmıştır. Kallinderis ve arkadaşları<sup>8</sup> ayrıca helikopterlerin ön tasarım parametreleri arasındaki korelasyonu da araştırmışlardır.

Sivil uçaklarla ilgili olanlara benzer olarak bu çalışmada muharip uçaklara ait tasarım parametrelerinin arasındaki korelasyon araştırılmıştır. Bu amaçla “*Modern Military Aircraft*” isimli doküman<sup>9</sup> esas alınarak av ve/veya bombardıman sınıfı askeri uçakların temel tasarım verileri incelenmiş ve parametreler arasındaki anlamlı korelasyonlar araştırılmıştır. Ağırlık, toplam itki, en yüksek hız, kanat alanı gibi temel parametreler arasındaki doğrusal korelasyonlara uçakların tamamı için bakılırken, aynı zamanda sesaltı ve sesüstü gruplarda bir farklılaşma olup olmadığı da incelenmiştir. Bazı durumlarda genel eğilimin çok dışında görülen uçaklar filtrelenmiş ve daha anlamlı belirleme (determination) katsayısı değerleri ortaya çıkartılmıştır.

Diğer taraftan bir kısmı Türk Hava Kuvvetleri’nde de kullanımda olan Amerikan yapımı F serisi (F-4, F-5, F-14, F-15, F-16, F-18, F-22 ve F-35) uçaklar grafiklerde ayrıca işaret edilerek genel eğilime göre durumları araştırılmıştır.

## 2. YÖNTEM

İstenilen araştırmayı yapabilmek amacıyla, savaş uçaklarına ait temel tasarım parametreleriyle ilgili geniş bilgi içeren “*Modern Military Aircraft*” isimli kitapta<sup>9</sup> yer alan uçaklar incelenmiştir<sup>10</sup>. Öncelikle bu

uçaklardan av ve/veya bombardıman sınıfı olanlar seçilmiştir. Seçilen uçaklara ait itki, en yüksek hız, hareket yarıçapı, havada kalış süresi, kalkış mesafesi, tırmanma oranı, menzil, uçuş tavanı, boş ve dolu ağırlıklar, kanat alanı, genişlik, yükseklik, açıklık gibi temel tasarım parametreleriyle bir veri tabanı oluşturulmuştur. Veri tabanında kullanılan uçaklar sesaltı ve sesüstü modeller için EK-1 ve EK-2’de ayrı ayrı verilmiştir.

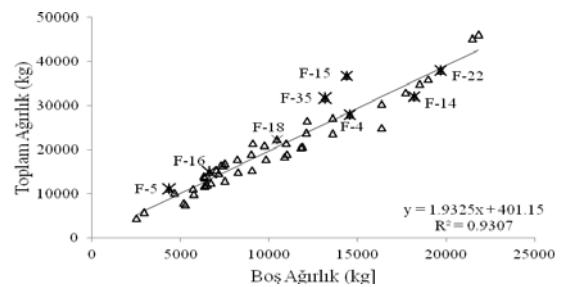
Veri tabanı oluşturulurken kanat yüklemesi, itki-ağırlık oranı gibi parametreler, uçaklara ait kanat alanı, en büyük kalkış ağırlığı ve toplam itki değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Tasarım parametrelerinin arasındaki korelasyonu incelemek amacıyla daha önce yapılan çalışmalara<sup>6-8</sup> benzer şekilde uygun parametre çiftlerine ait doğrusal regresyon ilişkileri araştırılmıştır. Regresyon işlemleri Microsoft Excel programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

## 3. TASARIM PARAMETRELERİ VE KORELASYONLARI

### 3.1 Boş ve Dolu Ağırlıklar

Toplam uçak ağırlığının tahmin edilmesi, bir uçak tasarımı çalışmasının ilk aşamalarında yapılan kritik bir işlemdir. Öncelikle en büyük toplam kalkış ağırlığı belirlenmelidir. Uçağın görev profiline bağlı olarak, kanat alanı, motor itkisi/gücü ve yakıt ağırlığı gibi ana parametrelerin hesaplanmasında ve uçakla ilgili temel boyutların ortaya çıkartılmasında en büyük toplam ağırlık değeri belirleyicidir. Uçağın en büyük toplam (dolu) ağırlığından sonra, faydalı yükler ve yakıt ağırlığı da göz önünde tutularak boş ağırlığının belirlenmesi gerekir. Bütün bu işlemler sırasında mevcut benzer uçaklara ait ağırlık verileri tasarımcılar için yol gösterici olacaktır.

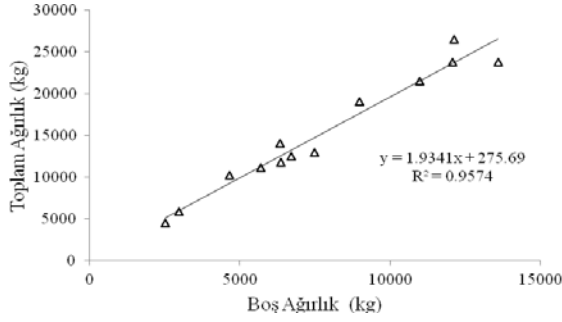
Uçakların toplam kalkış (dolu) ağırlıklarıyla, boş ağırlıkları arasında kuvvetli bir korelasyon olduğu bilinmektedir. Bu durum av-bombardıman uçakları için de geçerlidir. Şekil 1.a, EK-1 ve EK-2’de listelenen uçakların tamamına ait ağırlık verilerine ilişkin doğrusal korelasyonu göstermektedir. Şekilden de görüleceği gibi boş ve dolu ağırlıklar arasında 0.93 gibi yüksek bir belirleme katsayısı ( $R^2$ ) ile güçlü bir korelasyon vardır.



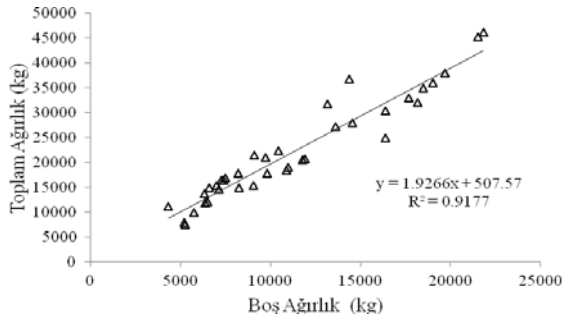
Şekil 1.a: Toplam ağırlık boş ağırlık ilişkisi (tüm uçaklar).

## Av-Bombardıman Uçaklarının Bazı Tasarım Parametrelerinin Korelasyonu

Şekil 1.b ve 1.c aynı ilişkiyi, sırasıyla Ek-1 ve Ek-2'de listelenen sesaltı ve sesüstü uçaklar için ayrı ayrı göstermektedir. Buradan da açık bir şekilde görüldüğü gibi sesaltı ve sesüstü uçaklar için belirleme katsayısı ( $R^2$ ) değerleri birbirlerine çok yakın (0.957 ve 0.917) olmakla birlikte sesaltı uçaklarda biraz daha yüksektir. Diğer taraftan bu fark sesaltı kategorideki uçak sayısının daha az olmasından kaynaklanabileceği için bir genelleme yapmak için yeterli olmadığı değerlendirilmiştir.



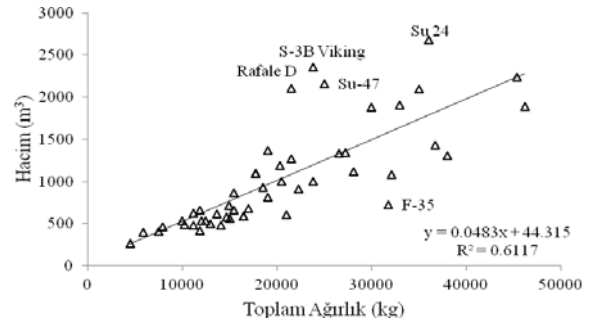
Şekil 1.b: Toplam ağırlık boş ağırlık ilişkisi (sesaltı uçaklar).



Şekil 1.c: Toplam ağırlık boş ağırlık ilişkisi (sesüstü uçaklar).

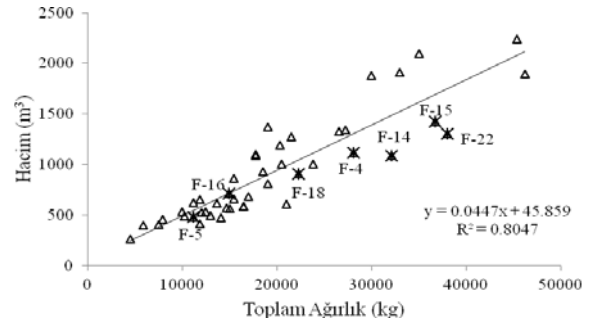
### 3.2 Boş/Dolu Ağırlıklar ve Hacim

Hacim; kanat açıklığı, uçak boyu ve yüksekliğinin çarpımı ile ifade edilir. Uçak hacmi ve ağırlığı arasındaki ilişkinin doğal olarak kuvvetli bir korelasyon vermesi beklenir. Şekil 2.a, toplam ağırlık (en büyük kalkış ağırlığı, EBKA) ile hacim arasındaki korelasyonu göstermektedir. Ancak bazı uçaklar, tasarlandıkları görevin özelliği gereği ya da tasarım tercihlerinin sonucu benzerlerine göre sıradışı boyutlarda olabilmektedir. Şekil 2.a'da işaret edilen ve genel eğilime göre en sıradışı olan Rafael D, S-3B, Su-24, Su-47 ve F-35 uçakları hariç tutulduğunda 0.61 olan belirleme katsayısı değeri, Şekil 2.b'de görüldüğü gibi 0.8'e çıkmaktadır.



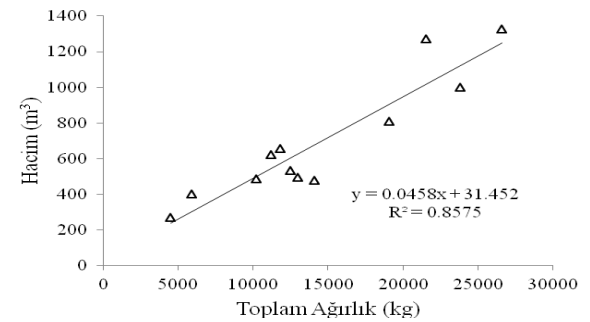
Şekil 2.a: Toplam ağırlık hacim ilişkisi (tüm uçaklar).

Şekil 2.b'de dikkat çeken bir başka nokta da Amerikan yapımı F serisi uçakların, genel eğilime göre aynı ağırlık için daha küçük hacimli olmalarıdır. Özellikle yeni nesil F-22 ve F-35 (Şekil 2.a'da görülebilir) uçaklarında bu özelliğin daha da belirgin olduğu göze çarpmaktadır. Aynı ağırlık için hacmin küçüklüğü, manevra kabiliyeti kadar uçağın radar görünürlüğü açısından da bir avantaj oluşturacaktır.



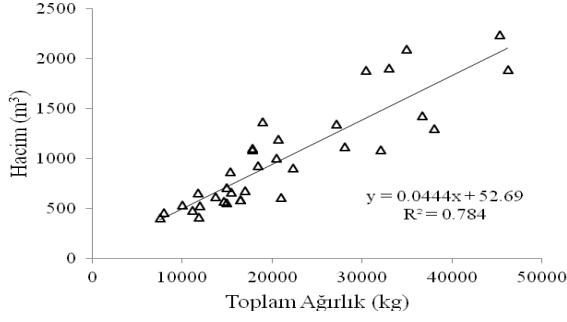
Şekil 2.b: Toplam ağırlık hacim ilişkisi (düzeltilmiş, tüm uçaklar).

Düzeltilmiş veriler için sesaltı ve sesüstü uçaklara ait aynı korelasyon Şekil 2.c ve 2.ç'de gösterilmiştir. Belirleme katsayısı değerleri birbirine yakın olup aradaki farkın çok anlamlı olmadığı değerlendirilmiştir.



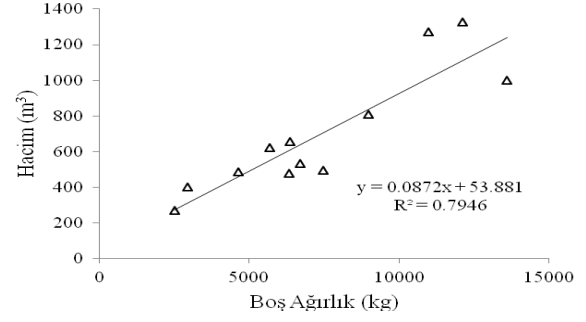
Şekil 2.c: Toplam ağırlık hacim ilişkisi (sesaltı uçaklar).

## Av-Bombardıman Uçaklarının Bazı Tasarım Parametrelerinin Korelasyonu

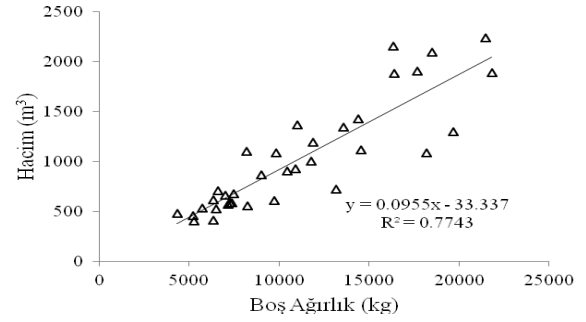


Şekil 2.ç: Toplam ağırlık hacim ilişkisi (sesüstü uçaklar).

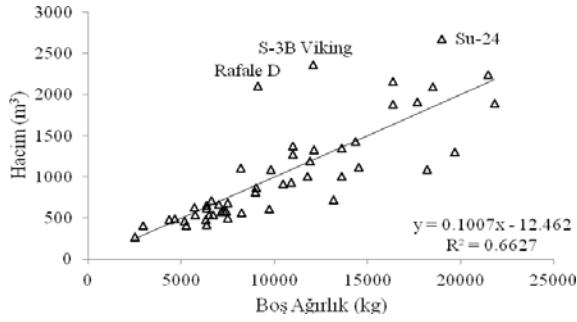
Benzer karşılaştırma hacim ve boş ağırlık arasında yapıldığında da benzer sonuçlar alınmaktadır. Burada da genel eğilime göre en sıradışı olan Rafael D, S-3B ve Su-24 uçakları hariç tutulduğunda, Şekil 3.a ve 3.b'de görüldüğü üzere, belirleme katsayısı 0.66'dan 0.79'a yükselmektedir. F serisi uçakların verileri yine, aynı ağırlık için diğerlerine göre daha küçük hacimli olduklarını göstermektedir.



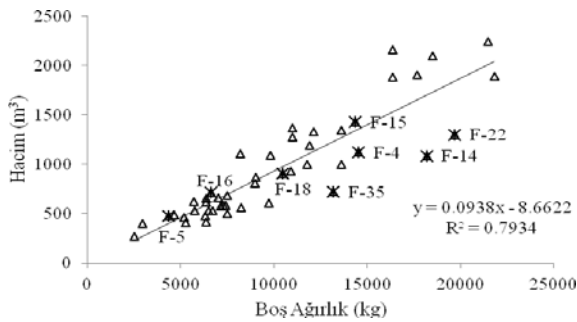
Şekil 3.c: Boş ağırlık hacim ilişkisi (sesaltı uçaklar).



Şekil 3.ç: Boş ağırlık hacim ilişkisi (sesüstü uçaklar).



Şekil 3.a: Boş ağırlık hacim ilişkisi (tüm uçaklar).

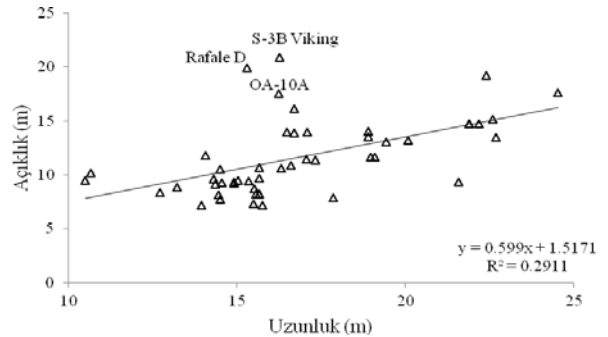


Şekil 3.b: Boş ağırlık hacim ilişkisi (düzeltilmiş, tüm uçaklar).

Aynı ilişki, düzeltilmiş verilerle sesaltı ve sesüstü uçaklar için ayrı ayrı ele alındığında, Şekil 3.c ve 3.ç'de de yansıtıldığı gibi, yine birbirine çok benzer sonuçlar alınmakta ( $R^2=0.79$  ve  $R^2=0.77$ ) ve anlamlı sayılabilecek bir fark görülmemektedir.

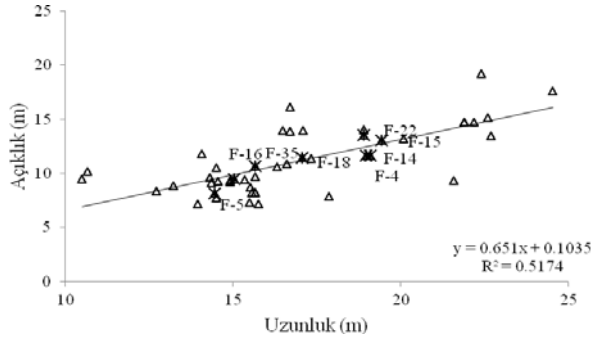
### 3.3 Açıklık ve Uzunluk

Uzunluk ve kanat açıklığı bir uçağı tanımlayan temel boyutlardandır. Bu iki parametrenin arasındaki ilişki Şekil 6 ve 7'de gösterilmiştir. Tasarım tercihleri farklı uzunluk ve açıklık değerleri ortaya çıkarttığından, uzunluk ve açıklık parametreleri arasındaki korelasyon yeterince büyük çıkmamıştır. Şekil 4.a'da işaret edildiği gibi genel eğilimi en fazla bozan Rafael D, S-3B ve OA-10A uçakları hariç tutulduğunda belirleme katsayısı değeri 0.29'dan 0.52'ye çıkmaktadır. Dikkat çekici olan bir başka husus ise, Şekil 4.b'den de görülebileceği gibi F serisi uçakların genel eğilimi ifade eden doğrunun çok yakınında olmasıdır.

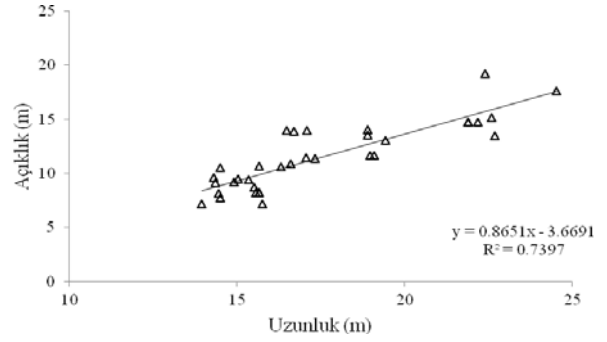


Şekil 4.a: Uzunluk açıklık ilişkisi (tüm uçaklar).

## Av-Bombardıman Uçaklarının Bazı Tasarım Parametrelerinin Korelasyonu

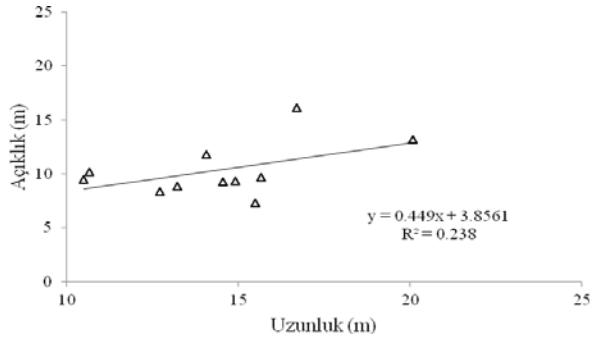


**Şekil 4.b:** Uzunluk açıklık ilişkisi (düzeltilmiş, tüm uçaklar).

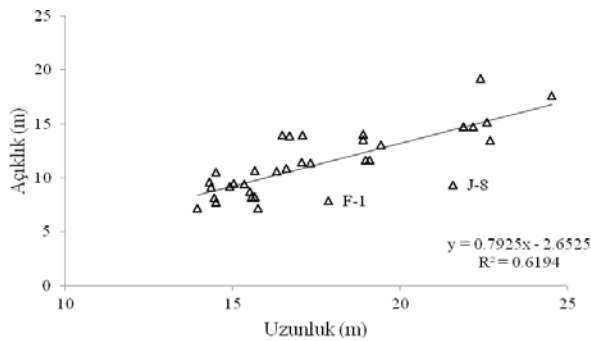


**Şekil 4.d:** Uzunluk açıklık ilişkisi (düzeltilmiş, sesüstü uçaklar).

Diğer taraftan düzeltilmiş verilerin içerisindeki sesaltı uçaklarda aynı ilişki, Şekil 4.c'deki gibi düşük bir korelasyon ( $R^2=0.238$ ) göstermektedir. Bununla birlikte sesüstü uçaklarda ise Şekil 4.ç'de görülen çok daha yüksek bir korelasyon göze çarpmaktadır ( $R^2=0.62$ ). Bununla birlikte sesüstü uçaklara ait verilerden, genel eğilime göre en fazla dışarıda olan F-1 ve J-8 uçakları filtrelendiğinde korelasyon, Şekil 4.d'deki gibi daha da artmaktadır ( $R^2=0.74$ ).



**Şekil 4.c:** Uzunluk açıklık ilişkisi (sesaltı uçaklar).

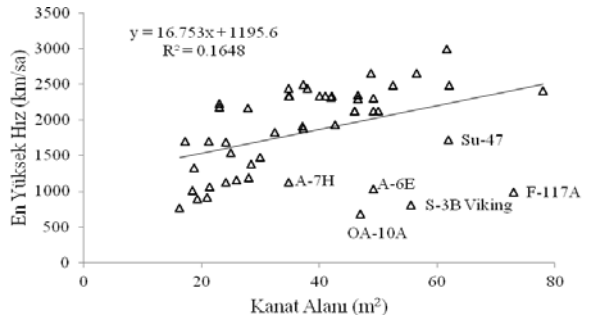


**Şekil 4.ç:** Uzunluk açıklık ilişkisi (sesüstü uçaklar).

### 3.4 Kanat Alanı ve En Yüksek Hız

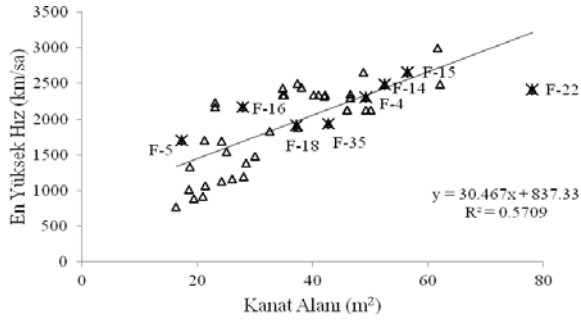
Kanat alanı ve en yüksek hız uçağın temel karakteristikleri arasındadır. Kanat alanı daha çok uçağın ağırlığı ile ilişkilidir. Diğer taraftan yüksek hızlara çıkmak daha fazla motor itkisi dolayısıyla daha büyük motorlar gerektirir. Motor boyutlarının artması uçak ağırlığını artıracığından, dolaylı olarak kanat alanı da artıracaktır. Bununla birlikte küçük bir uçak çok hızlı tasarlanabileceği ve aerodinamik özellikler de etkili olduğundan buradaki ilişki için çok yüksek bir korelasyon beklenmemelidir.

Şekil 5.a tüm uçakların verilerini kapsamaktadır. Bu durumda verilerin dağınıklığı ve belirleme katsayısı değerinin beklendiği gibi düşük olması dikkat çekmektedir. Şekil üzerinde işaret edilen A-7H, A-6E, OA-10A, Su-47, S-3B, F-117A uçakları hariç tutulduğunda ise, Şekil 5.b'den de görüleceği gibi korelasyon anlamlı hale gelmekte ve belirleme katsayısının değeri 0.16'dan 0.57'ye yükselmektedir. Düzeltilmiş bu durumda F serisi uçakların yine ana eğilim üzerinde veya yakınında oldukları göze çarpmaktadır. Diğer taraftan düzeltilmiş verilere göre sesaltı ve sesüstü uçaklara ait regresyonlara (Şekil 5.c ve 5.ç) bakıldığında, sesaltı uçaklarda korelasyonun daha güçlü olduğu görülmektedir.

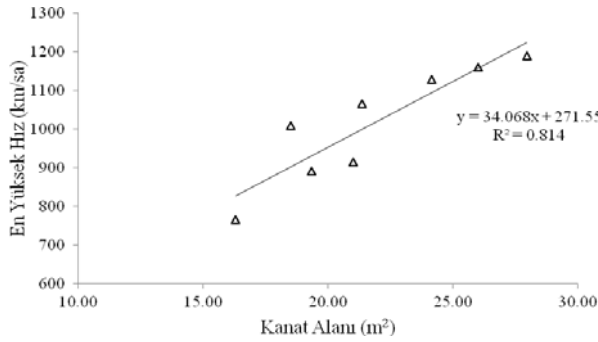


**Şekil 5.a:** Kanat alanı en yüksek hız ilişkisi (tüm uçaklar).

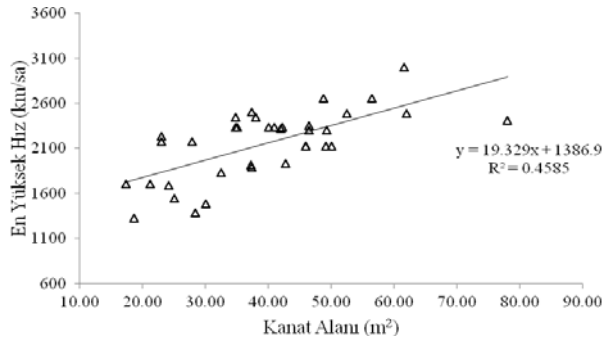
## Av-Bombardıman Uçaklarının Bazı Tasarım Parametrelerinin Korelasyonu



Şekil 5.b: Kanat alanı en yüksek hız ilişkisi (düzeltilmiş, tüm uçaklar).



Şekil 5.c: Kanat alanı en yüksek hız ilişkisi (sesaltı uçaklar).



Şekil 5.ç: Kanat alanı en yüksek hız ilişkisi (sesüstü uçaklar).

### 3.5 İtki Ağırlık Oranı ve Tırmanma Oranı

Tırmanma oranı savaş uçakları için önemli bir parametredir ve manevra kabiliyetinin önemli bir göstergesidir. Uçağın kısa sürede daha yükseğe tırmanabilmesi özellikle it dalaşı gibi hava mücadelelerinde önemli bir avantaj sağlayacaktır. Uçağın tırmanması ağırlığı ve toplam itkisi ile ilişkilidir. Bu bakımdan burada tırmanma oranı ile toplam itki ağırlık oranı arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Ancak tırmanma oranı genellikle gizli tutulan bir bilgi olduğu için az sayıda uçağa ait veriye ulaşılabilmektedir.

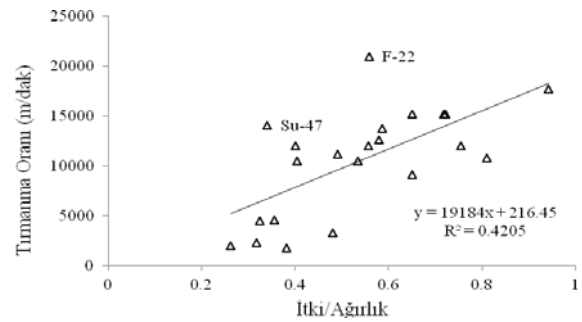
Şekil 6.a verilerine ulaşılabilen uçakların korelasyonunu göstermektedir. Burada Su-47 ve F-22 uçakları diğerlerinden ayırmakta ve genel eğilimin uzağında kalmaktadır. Şekil 6.b'den görülebileceği gibi bu veriler hariç tutulduğunda belirleme katsayısının değeri 0.42'den 0.627'ye yükselmektedir. Bu bölümde yeterli veri olmadığı için sesaltı ve sesüstü uçaklar ayrı ayrı incelenmemiştir.

## 4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, av-bombardıman sınıfı uçakların bazı temel tasarım parametreleri arasındaki korelasyon araştırılmıştır. Açık kaynaklardan elde edilen verilerle gerçekleştirilen çalışmada ayrıca, bir kısmı Türk Hava Kuvvetleri'nde de kullanılan F serisi (F-4, F-5, F-14, F-15, F-16, F-18, F-22 ve F-35) uçakların durumu genel eğilime göre yorumlanmaya çalışılmıştır.

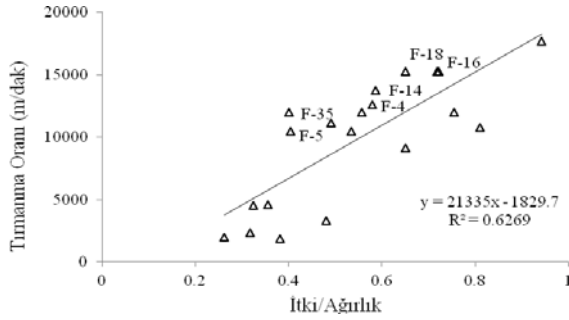
Elde edilen doğrusal regresyonlarda; boş ve dolu ağırlıklar, ağırlıklar ve hacim, uzunluk ve açıklık, kanat alanı ve en yüksek hız ile tırmanma oranı ve itki/ağırlık çiftlerinde anlamlı korelasyonlar görülmüş; F serisi uçakların benzerlerine göre aynı ağırlık için daha küçük hacimli olduğu, bunun dışında genel olarak ana eğilim civarında oldukları belirlenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen ve açık kaynaklarda kolaylıkla bulunamayan korelasyon ilişkilerine ait sonuçların, kavramsal tasarım aşamasında mühendisler için yol gösterici olabileceği değerlendirilmektedir. Uçaklara ait daha ayrıntılı verilere ulaşılabilmesi halinde çalışmanın bu verileri de kapsayacak şekilde genişletilmesi mümkün olacaktır.



Şekil 6.a: Tırmanma oranı itki/ağırlık ilişkisi (tüm uçaklar).

## Av-Bombardıman Uçaklarının Bazı Tasarım Parametrelerinin Korelasyonu



**Şekil 6.b:** Tırmanma oranı itki/ağırlık ilişkisi (düzeltilmiş, tüm uçaklar).

### 5. KAYNAKLAR

- [1] Jameson, A. ve Fatica, M., *Using Computational Fluid Dynamics for Aerodynamics*, Stanford University, Stanford, California, 2006.
- [2] Price, M., Raghunathan, S. ve Curran, R., *An Integrated Systems Engineering Approach to Aircraft Design*, Progress in Aerospace Sciences, no.42, s. 331–376, 2006.
- [3] Corke, T. C., *Design of Aircraft*, Prentice Hall, Pearson Education Inc., 2003.
- [4] Howe, D., *Aircraft Conceptual Design Synthesis*, Professional Engineering Publishing Limited, 2000.
- [5] Ibrahim, K. ve Mohnot, A., *Selecting Principal Parameters of Baseline Design Configuration for Light General Aviation Aircraft*, AIAA 2006-3316, 24th Applied Aerodynamics Conference, 2006.
- [6] Kallinderis, Y., Vouvakos, X. ve Menounou, P., *Linear Correlations of Principal Parameters for the Preliminary Design of Twin Civil Jet Aircraft*, Aircraft Engineering and Aerospace Technology: An International Journal, 81/6, s. 508–515, 2009.
- [7] Vouvakos, X., Kallinderis, Y. ve Menounou, P., *Preliminary Design Correlations for Twin Civil Turboprops and Comparison with Jet Aircraft*, Aircraft Engineering and Aerospace Technology: An International Journal, 82/2, s. 126–133, 2010.
- [8] Kallinderis, Y., Vouvakos, X. ve Menounou, P., *Linear Approximations of Relations Between Preliminary Design Parameters for Utility Helicopters*, Aerospace Science and Technology, cilt 14, no. 4, s. 235-240, 2010.
- [9] Winchester, J., ed., *Modern Military Aircraft (The Aviation Factfile)*, Grange Books, 2004.
- [10] Ünal, M., *Askeri Şavaş Uçaklarının Tasarım Parametrelerinin İncelenmesi*, HHO Havacılık Mühendisliği Bölümü Bitirme Projesi, 2010.

### EK-1:

Sesaltı Uçaklar	İlk Üretim	Hız (km/sa)
A-4S-1 Super Skyhawk	1954	1128
A-5 'Fantan'	1965	1190
A-6E Intruder	1963	1037
A-7H Corsair II	1967	1123
AMX	1984	914
AV-8B Harrier II Plus	1992	1065
F-117A Nighthawk	1981	993
Impala Mk 2	1966	890
J-22 Orao 2	1974	1160
OA-10A Thunderbolt II	1972	682
S-3B Viking	1972	814
Sk 60B	1963	765
Yak-38 'Forger-A'	1967	1009

### EK-2:

Sesüstü Uçaklar	İlk Üretim	Hız (km/sa)
AJ 37 Viggen	1967	2124
Cheetah EZ	1968	2338
EF 2000	1994	2125
F-22	1997	2410
F/A-18C Hornet	1978	1915
F-1	1977	1700
F-111F	1964	2655
F-14A Tomcat	1972	2485
F-15E Eagle	1986	2655
F-16A Fighting Falcon	1981	2173
F-35	2006	1932
F-4F ICE Phantom	1958	2304
F-5E Tiger II	1959	1700
F-6 'Farmer C'	1959	1540
F-7M Airguard	1966	2175
F-8E(FN) Crusader	1964	1827
J 35J Draken	1987	2126
J-8 'Finback'	1984	2338
Jaguar GR.Mk 1A	1968	1690
Kfir-C7	1975	2440
MİG-21 bis 'Fishbed'	1955	2230
MİG-23ML 'Flogger-G'	1967	2500
MİG-27M 'Flogger-J'	1970	1885
MİG-29 'Fulcrum-A'	1977	2445
MİG-31 'Foxhound'	1975	3000
Mirage 2000C	1983	2338
Mirage 50M	1956	2338
Rafale D	1985	2125
Sea Harrier FRS.MK 1	1978	1328
Su-37	1996	2490
Su-47	1997	1717
Su-22M-4 'Fitter'	1966	2335
Su-24 'Fencer-C'	1967	2320
Su-27 'Flanker-B'	1977	2350
Su-27 'Flanker-D'	1985	2300
Super Etendard	1974	1380
Tornado GR.Mk 1B	1993	1482

## ÖZGEÇMİŞLER

### **Abdurrahman HACIOĞLU**

İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Uçak Mühendisliği bölümünden 1991 yılında mezun oldu. 1991-1995 yılları arasında Kayseri 2'nci HİBM K.lığında görev yaptı. 1995-1997 yılları arasında ODTÜ Havacılık Mühendisliğinde yüksek lisans eğitimini; 1998-2003 yılları arasında İTÜ Uçak Mühendisliği bölümündeki doktora eğitimini tamamladı. Akışkanlar Mekaniği, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, Genetik Algoritmalar, Aerodinamik Optimizasyon ve Paralel Mekanizmalar konuları ile ilgilenmektedir. Halen Prof.Dr.Hv.Müh.Alb. rütbesi ile Hava Harp Okulu Dekanlığı, Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölüm Başkanı olarak görev yapmaktadır.

### **Mustafa ÜNAL**

Hava Harp Okulu'ndan 2010 yılında havacılık mühendisliği bölümünü bitirerek mezun oldu. Halen Diyarbakır 8'inci Ana Jet Üs K.lığında 202'nci Arama Kurtarma Filo K.lığında CN-235 pilotu olarak görev yapmaktadır.