

3D Tarama ile Aerodinamik Direnci Azaltmak

Vaka Analizi: Spor alanında 3D tarama ile **Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD)** ile ne gibi bir ilişkisi olabilir?

Özet: Atletler için kişiye özel antrenörlük hizmeti veren Hale Dynamics isimli şirket, bisiklet sürücülerini dijitalleştirerek aerodinamik analizini yapabilmek için bir Calibry 3D tarayıcı kullandı.

Amaç: Aerodinamik direncin azaltılmasıyla bir sporcunun verimliliğini artırmak.

Teknoloji & Ekipman: [Calibry 3D tarayıcı](#), OpenFOAM yazılımı (hesaplamalı akışkanlar dinamiği için açık kaynaklı yazılım), şerit metre, dijital açı ölçer ve eğim/yükselti platformları.

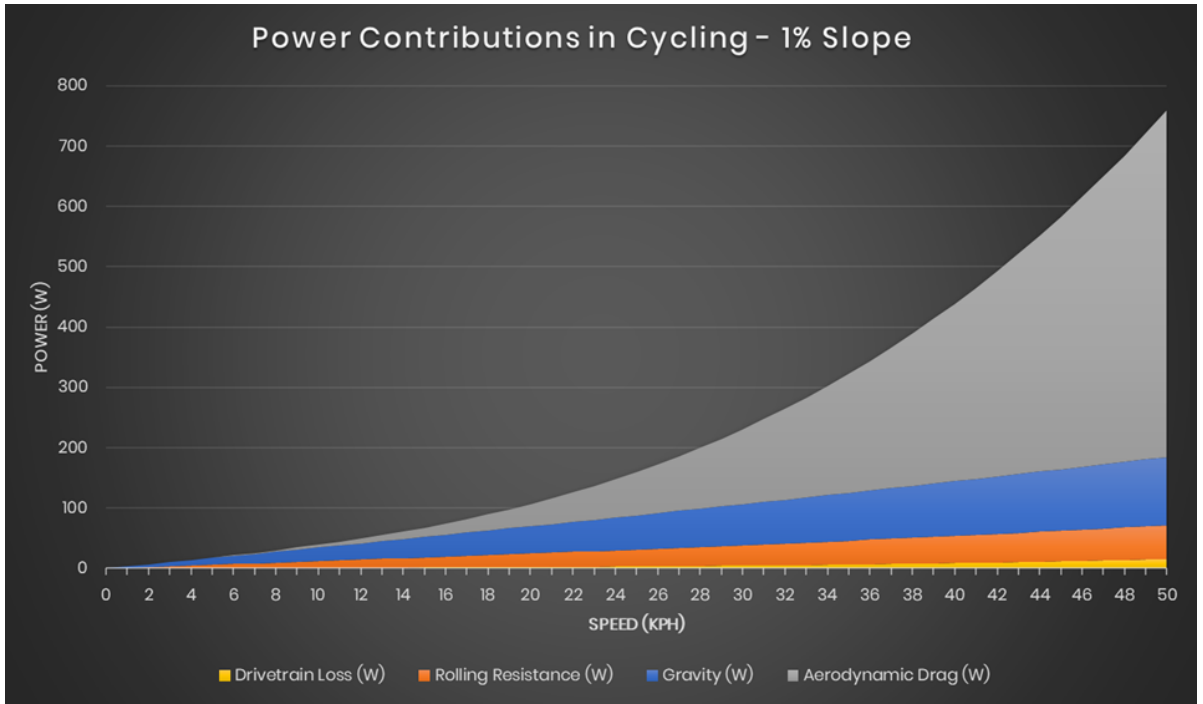
Elde Edilen Sonuç: Aerodinamik iyileşme sayesinde sürücüler daha yüksek hızlar elde etti.

Bisikletçiler için Aerodinamik Direnç ne anlama gelir?

Bisiklet sporlarında dakikalar kritik önem taşır, ufak saniye farkları ise kazanmak ve kaybetmek arasındaki ince çizgiyi oluşturur. Zamana karşı yarışlar, triatlon ve yol yarışları, aerodinamiğin hâkim olduğu disiplinlerdir, bu nedenle bir sürücünün ekipmanını ve konumunu optimize etmek çok önemlidir.

Aerodinamik direnç, bir yarış sırasında bir sporcuyu yavaşlatan en büyük güçtür ve bu kuvvete en büyük katkıyı sürücünün kendisi yapar. Toplam direncin yaklaşık %80'inin sporcu tarafından oluşturulduğu tahmin edilmektedir. Dahası, aerodinamik sürtünme hızla orantılı olarak artar, bu nedenle sürücü havayı itebilmek için daha fazla çaba sarf etmek

zorunda kalır.



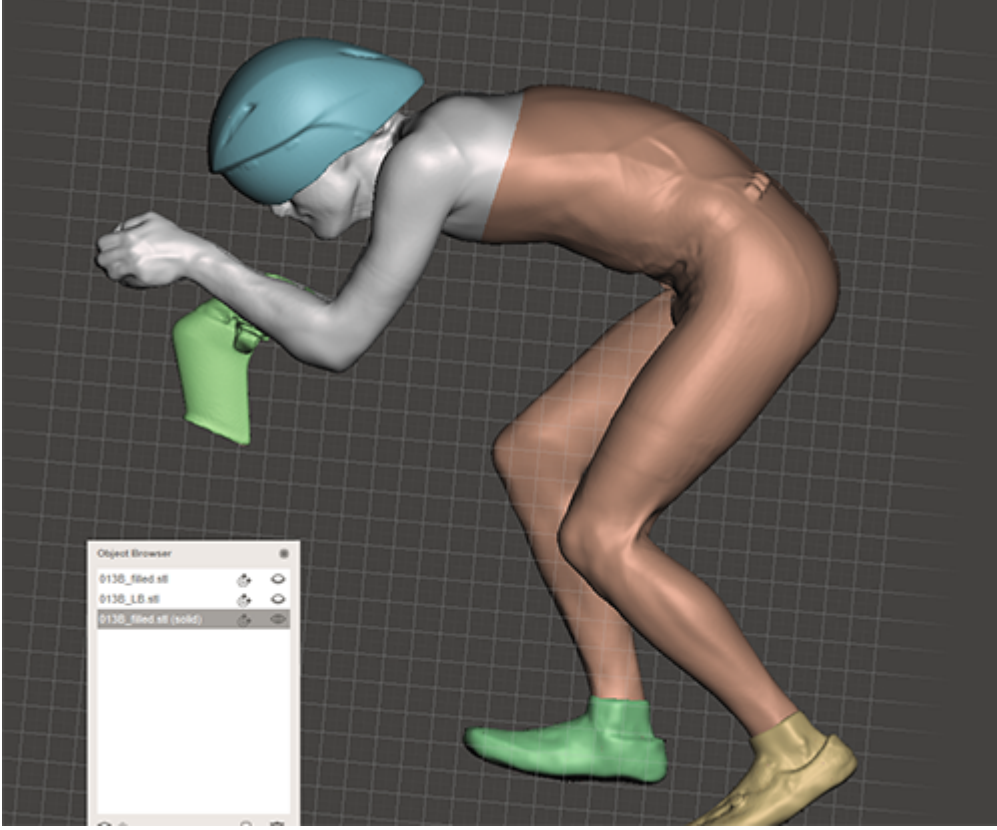
%1 Eğimli platformda farklı kuvvetlerden ortaya çıkan güç(W) grafiğine göre sürücüyü en çok yavaşlatan etmen havadır.

3D Tarama ve Modelleme Adımları

[3D tarama teknolojisi](#) ve HAD modelleme sayesinde, bir bisikletçinin performansı önemli ölçüde iyileştirilebiliyor. Bu sürecin adımları alttaki gibi sıralanabilir:

1. Uzmanlar sürücünün bisikletini bir mezura, dijital açı ölçer ve eğim/yükselti kullanarak ölçer. Başlangıç pozisyonundaki bisikletçinin fotoğrafı çekilir.
2. Başlangıç pozisyonundayken sürücü Calibry 3D yazıcı ile taranır.
3. Sürücü deneyimi ve geribildirimine uygun olarak konum ayarlamaları yapılır.
4. Yeni konumlanmanın ölçüleri alınır ve fotoğrafları çekilir.
5. Sürücü yeni pozisyonda taranır.
6. 3,4 ve 5 nolu adımlar birkaç sefer tekrarlanır.

7. Müşterinin ilk etap geri bildirimleri alınır.
8. Uzmanlar, elde edilen taramalar üzerinde detaylı temizleme ve geometrik düzenlemeleri tamamlar. Bu aşamada elde edilen veri, HAD analizinin başarısını doğrudan etkilediği için bu adım oldukça önemlidir.



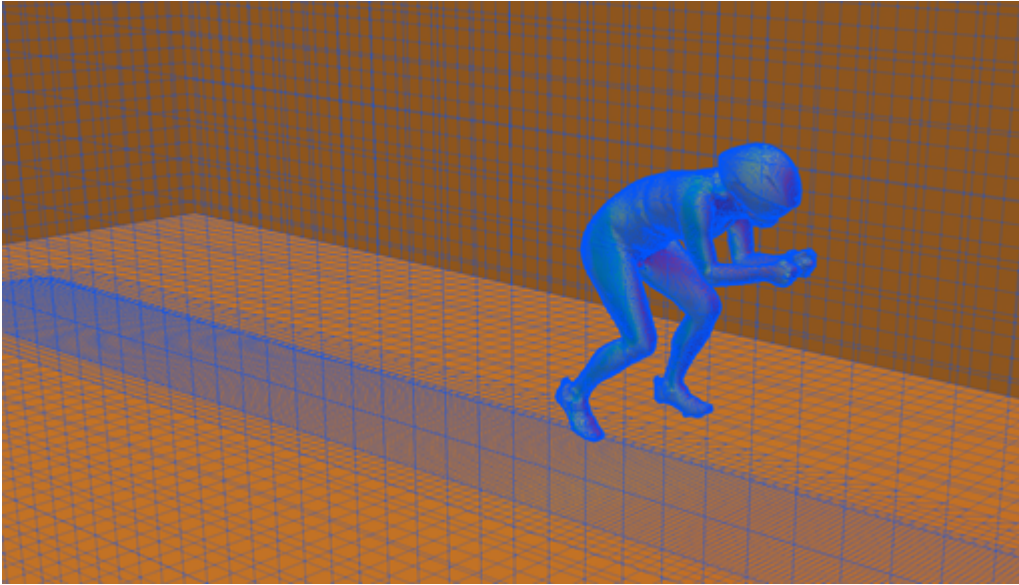
Tarama sonrasında temizlemesi yapılan model.

9. Bu adımda uzmanlar, bir sürtünme katsayısı (k) elde etmek için her pozisyonun HAD hesaplamalarını yürütür. Akışkanlar dinamiği modeli, özel hazırlanmış bir boru hattı ile OpenFOAM (hesaplamalı akışkanlar dinamiği için açık kaynaklı yazılım) kullanılarak çalıştırılır ..

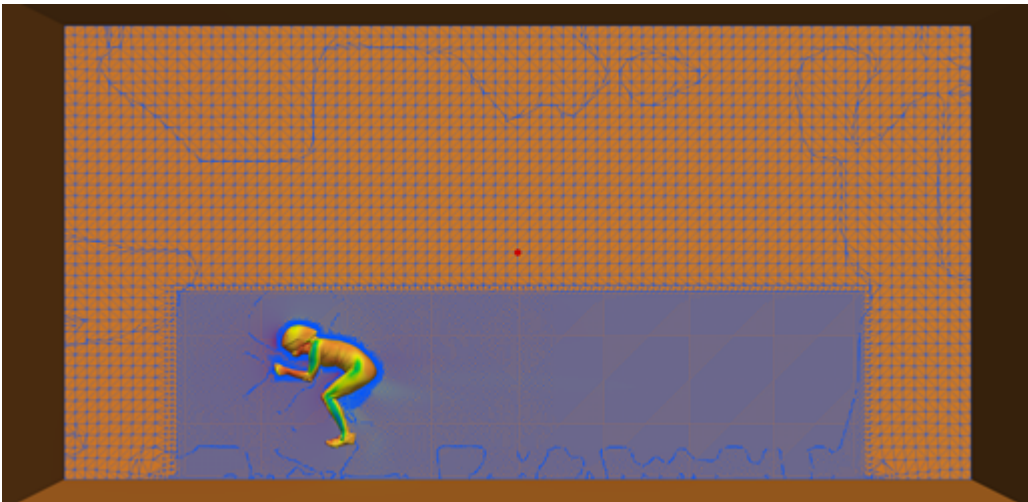
a. İlk adım, akışkan alanın ağını oluşturmaktır. Altı yüzlü (altıgen hücreler) inşa edilen ağ, sanal bir rüzgâr tüneline (sürücünün yüzeyinden tünelin duvarlarına kadar) temsil eder. Analizin başarısını artırmak için, dört yüzlü (piramidal) bir ağa kıyasla altı yüzlü bir ağ tercih edilir. Bu adım iyi bir geometri üzerinde kurulmalıdır, aksi takdirde ters çevrilmiş hücreler ve dahili özellikler mesh üretme (Mesh üretme

fiziksel bir tanım aralığını daha küçük tanım aralıklarına (elemanlara) bölme işlemi olarak tanımlanabilir. Burada amaç bir diferansiyel denklemin çözümünü [kolaylaştırmaktır.](#) sorunlarına neden olabilir.

b. Alan bölümlendirildikten sonra, gereken karmaşıklığa bağlı olarak tipik olarak 10 dakika ila birkaç saat arasında akışkanlar dinamiği analizi çalıştırılabilir.



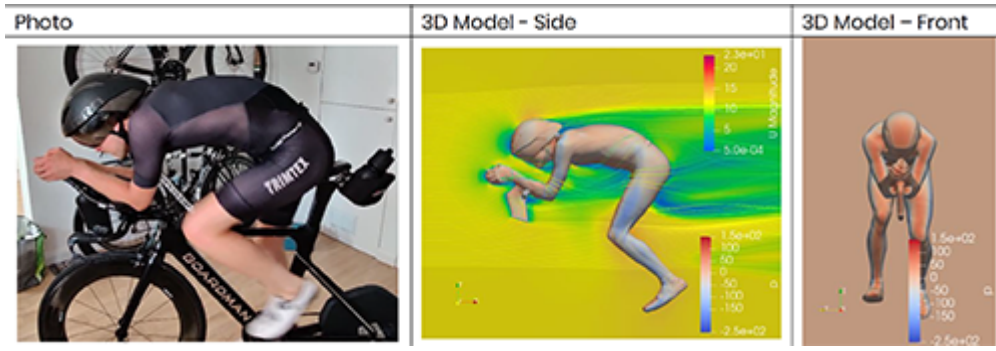
Altı yüzlü ağırlara bir örnek.



Akışkanlar nüfuz alanı.

10. Son olarak, HAD analizi sonucunda elde edilen projeksiyonlardan hız ve ekipman alternatiflerinin

kıyaslamaları ile çıktı görüntüleri sürücüye verilir.



Örnek bir raporlama.

Sonuç: Ortaya çıkan aerodinamik direncin %80'i sürücü tarafından üretiliyor. 3D teknolojisi yardımıyla Hale Dynamics bisikletçilere kişiye özel ve yüksek doğruluğa sahip analiz hizmeti verirken, sürtünme etkisini azaltarak hız kazanmalarına imkân sunar.

Kaynak: [Thor 3D Scanner](#)