

**Ödev 1:** LiDAR nokta bulutlarındaki aykırı değerler, beklenen veya normal dağılımdan önemli ölçüde sapan noktaları temsil etmektedir. Aykırı derecede yüksek noktalar atmosferik aeroseller, kuşlar, alçak irtifadan uçan drone/iha/uçak vb. araçlardan kaynaklı olabilmektedir. Ölçüm hataları, tıkanmalar veya çevredeki olumsuz etkenler (bulutluluk, sis vb.) aykırı noktaların oluşmasını sağlayabilmektedir. Ayrıca hedef nesne yansıtıcı yüzeye sahip olduğunda aykırı değerler oluşabilmektedir. En önemli etkenlerden biri de gönderilen sinyalin yansırken diğer nesnelere çarpması olarak değerlendirilir.Lazer kaynağından çıkan sinyal hedef nesneye ulaştıktan sonra dönüş sırasına (return number) göre kaydedilir. Hava LiDAR nokta bulutlarında Şerit/Alan Bindirmesi (Swath Overlaps) olarak ifade edilen geçişlerden dolayı veri setindeki bazı bölgeler daha yoğun bir şekilde üretilmektedir. Geçişler arasında herhangi bir boşluk kalmaması için genellikle alanlar bindirilerek nokta yoğunluğunun artması sağlanmaktadır. Vaihingen fotogrametrik veri seti oluşumu esnasında hava fotoğrafı için kullanılan kamerada false color (R, G ve NIR) bantlar kullanıldığı için bitki örtüsü vb. alanlar kırmızı renk ile temsil edilmektedir. Fotogrametrik nokta bulutu üretimi aşamasında gölgelik etkisi, görüntü eşleştirme aşamasında problem oluşturduğu için komşu pikseller arasından optimum eşlenik piksellerin tespit edilmesi gerçekleşemez. Bu yüzden fotoğraf çekimi esnasında gölgelik alanlar, doğrudan fotogrametrik nokta bulutunun eksik veya hatalı nokta üretebilmesi yol açabilecektir.

**Ödev 2:** Lasground ve Lasground\_new uygulamaları için en önemli parametre step size olarak değerlendirilir.

**Lasground**

Vaihingen fotogrametrik nokta bulutunda step boyutunun sırasıyla 5, 15 ve 30 değerleri ile denenmesi sonucunda elde edilen zemin nokta sayıları sırasıyla 3,443,904 / 3,282,240 / 3,021,408 olarak hesaplanmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda en kötü zemin filtreleme değerinin Step 30, en iyi zemin filtreleme değerinin ise Step 15 olduğu düşünülmektedir. Step 5 değeri ise diğer denemelere göre daha fazla zemin noktası üretmesine rağmen zemin üstü objeleri (özellikle ağaç), bazı bölgelerde Step 15’e göre daha düşük seviyede sonuç ürettiği görülmektedir. LiDAR nokta bulutunda, en iyi sonucun Step 5 aşamasında gerçekleştiği ve Step boyutunun arttığı zaman birçok zemin noktasının algoritma tarafından zemin üstü olarak etiketlendiği açık bir şekilde görülmektedir. Bu yüzden en kötü zemin çıkarma performansı Step 30 aşamasında gerçekleştiği söylenebilmektedir. Arsin fotogrametrik nokta bulutunda ise en iyi sonucu Step 30 vermekte fakat bitki örtüsüne ait bazı kısımlarda hata bulunmaktadır.

**Lasground\_new**

Vaihingen fotogrametrik nokta bulutunda Step 5 en kötü, Step 15 ve 30 ise zemin filtreleme işleminde yol ve bitki örtüsü üzerinde istenilen düzeyde performans sergileyememektedir. Bu durum kentsel alanda fotogrametrik nokta bulutunun Lasground ara yüzüne göre daha kötü sonuçlar ürettiğini gösterir. LiDAR nokta bulutunda da Step 5 en kötü performansı sergilemiştir. Fakat step 15 ve 30 ideal düzeyde filtreleme sağladığı gözlemlenmiştir. Genel olarak yorumlanırsa Lasground\_new uygulaması eski versiyonuna göre Vaihingen LiDAR verisinde daha üstün performans sergilemektedir. Arsin fotogrametrik ise yine Step 30 da daha iyi sonuç üretse de hataları mevcuttur ve eski versiyona göre daha kötü performans sergilemektedir.

**Ödev 3:**

**CSF:** En önemli parametreler grid çözünürlüğü ve sınıf eşik değerleridir. İterasyon parametresi sonucu çok fazla değiştirmez. Grid çözünürlüğünü düşürmek zemin nokta sayısını arttırır. Vaihingen fotogrametrik nokta bulutu için kumaş türü çok etkili görülmemiştir. Grid çözünürlüğü 0.5, sınıflandırma eşiği 0.25-0.50 ve time step için ise 0.65 değerlerinin ideal filtreleme yaptığı görülmüştür. LiDAR nokta bulutunda standart değerdeki grid çözünürlüğü 1 ve grid çözünürlüğü 0.5 ideal sonuç üretmektedir. Sınıflandırma eşik değerleri sonucu etkilemiştir. Grid çözünürlüğü 2 seçildiğinde bazı zemin bölgelerini tespit edemediği görülmektedir. Grid çözünürlüğünü artırmak sonucu olumsuz etkilemektedir. Arsin fotogrametrik nokta bulutunda eğim çok fazla olduğu için arazi sertliği 1-2 daha uygundur. Grid çözünürlüğünü düşürünce zemin nokta sayısı artıyor bu da ilgili veri setinin yanlış filtrelenmesini sağlar. Bu yüzden grid çözünürlüğünü (1-1.5) azami ölçüde arttırınca veya sabit bırakınca arsin verisini daha iyi filtrelemektedir. CSF algoritması ile dağlık arazi Lastools a göre daha iyi performans sağlamıştır.

**SMRF:** Bu uygulamadaki 4 parametre arasından en önemlileri yapılandırma elemanı (max window radius), eğim eşiği ve yükseklik eşiğidir. Yükseklik eşiği ölçeklendirme faktörü sonucu çok etkilememiştir. Vaihingen nokta bulutu için yapılandırma elemanı 5 en kötü performansı sergilemiştir. Yapılandırma elemanının boyutu çok küçük olursa birçok nesnenin zemin olarak yanlış etiketlenebileceği ve zemin nokta sayısının yükseldiği gözlemlenmektedir. Eğim eşiği ilgili veri seti için sabit değerine göre daha düşük seçilmesi araba nesnesinin daha iyi filtrelenmesini sağlamıştır. Yükseklik eşiğinin çok yüksek seçilmesi çalı vb. bitki örtüsünün doğru filtrelenmesini engelleyebilmektedir. SMRF algoritmasındaki denemelere göre kısmı bölgelerde bitki örtüsünün zemin olarak filtrelendiği görülmektedir. En ideal sonuçları yapılandırma elemanı 10, eğim eşiği 0.05 ve yükseklik eşiği 0.25 sağlamıştır. LiDAR nokta bulutundaki sonuçlara bakıldığında SMRF algoritması diğer zemin filtreleme algoritmalarının gerisinde kalmıştır. Yapılandırma elemanı 10, eğim eşiği 0.15 ve yükseklik eşiği 0.05 olan en ideal değerlendirmede dahi düz zemindeki bazı noktaları yanlış filtrelemiştir. Arsin fotogrametrik verisi çok fazla eğime sahip olsa da yapılandırma elemanı (ideal 10-15) zemin nokta sayısını aşırı derecede etkilemediği gözlemlenmiştir. Özellikle filtrelemeyi etkileyecek en önemli parametrenin eğim eşiği olduğu düşünülmektedir. Eğim eşiğinin (ideal 0.005) düşük seçilmesi bu veri seti için daha ideal çıktı üretmiştir. Yükseklik eşiğinin (ideal 0.3) düşük seviyedeki çalı vb. bitki örtüsünün de doğru filtrelenmesi için çok yüksek seçilmemesi gereklidir.