

# YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ UYDU GÖRÜNTÜLERİNDE GEOMETRİK DÜZELTMENİN SINIFLANDIRMA SONUÇLARINA ETKİSİ

E. Ayhan<sup>1</sup>, G. Atay<sup>1</sup>, O. Erden<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Fotogrametri Anabilim Dalı, Trabzon. eayhan@ktu.edu.tr , gatay@ktu.edu.tr , oerden@ktu.edu.tr

**Anahtar Sözcükler:** Uzaktan algılama, geometrik düzeltme, sınıflandırma, İkonos.

## ÖZET:

Son yıllarda; uydu görüntüleri bir çok disiplin tarafından aktif olarak kullanılmaktadır. Teknolojik gelişmelere paralel olarak kullanılan bu uydular ve özellikleri sürekli yenilenmekte ve geliştirilmektedir. Ancak uydulardan elde edilen görüntüler şüphesiz ki içinde çeşitli hataları barındırmaktadır. Bu nedenle, görüntüler işlenmeden önce hatalarının azaltılması ya da ortadan kaldırılması amaçlı bir takım işlemlere tabi tutulmaktadır. Geometrik düzeltme bu amaçla yapılan işlemlerden biridir. Geometrik düzeltme, yer kontrol noktaları kullanılarak sistematik ve sistematik olmayan hataları kaldırma işlemidir. Bir görüntünün geometrik olarak düzeltilmesi iki işlem adımı sonucunda sağlanır. Bunlardan ilki konumsal enterpolasyon, ikincisi ise yoğunluk enterpolasyonu olarak isimlendirilmektedir. Yoğunluk enterpolasyonu aşamasında görüntüyü oluşturan piksellerin taşıdıkları değerler değişebilmektedir. Bu değişim sınıflandırma işlemi için de önemlidir. Sınıflandırma, bir çok bilim dalında kullanılan bir karar verme işlemidir. Görüntü sınıflandırma işleminde amaç, bir görüntüdeki bütün pikselleri arazide karşılık geldikleri sınıflar ya da temalar içine otomatik olarak atamak ve yerleştirmektir.

Bu çalışmada, piksellerin yoğunluk değerlerinin değişimine neden olabilen yoğunluk enterpolasyonu işleminin, yine piksellerin yoğunluk değerleri ile yakından ilgili olan sınıflandırma işlemi sonuçlarına etkileri irdelenmiştir. Uygulamada, çalışma alanını içeren İKONOS uydusuna ait görüntü ile ERDAS Imagine 8.6 yazılımı kullanılmıştır. İlk olarak görüntü üzerinden eğitimsiz sınıflandırma yapılmıştır. Sonrasında, bu görüntünün konumsal enterpolasyonu için GPS ile koordinatları belirlenen kontrol noktaları kullanılmış ve çeşitli yoğunluk enterpolasyonu metodları ile ayrı ayrı geometrik düzeltmeleri yapılmıştır. Düzeltilen bu görüntülere eğitimsiz sınıflandırma işlemi uygulanmıştır. Aynı alana ait yapılan bu sınıflandırma işlemleri ile elde edilen sonuçlar irdelenmiş ve yoğunluk enterpolasyonu işleminin dolayısıyla geometrik düzeltmenin sınıflandırma işlemine etkisi olup olmadığı ya da ne derece etkili olduğu araştırılmıştır.

## 1. GİRİŞ

Uydu görüntüleri çoğu bilim dalında yaygınca kullanılmaktadır. Ama her konuda olduğu gibi teknolojinin bu denli gelişmesine rağmen uydu görüntüleri de birtakım hataları barındırır. Uydu görüntülerindeki bu hatalar genel olarak radyometrik ve geometrik hatalar olarak iki kısma incelenebilirler. Birçok uygulamaya altlık teşkil edecek uydu görüntülerinin her şeyden önce bu hatalarda arındırılması ya da hata etkilerinin minimuma indirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, uydu görüntülerine uygulanan geometrik düzeltmelerin görüntülerin içerdiği spektral bilgilere olumlu ya da olumsuz yönde etkisinin olup olmadığı incelenmiştir.

### 1.1 Geometrik Düzeltme

Geometrik düzeltme yer kontrol noktaları ile sistematik ve sistematik olmayan hataları kaldırma işlemidir. Uzaktan algılama ile elde edilen görüntüleri kullanabilmek için harita gibi diğer yer kodlu verileri görüntü ve görüntü içindeki piksellerle coğrafik olarak ilişkilendirmek gerekir. Geometrik düzeltme işlemi ile görüntü, bulunduğu koordinat sisteminden (resim koordinatları) başka bir koordinat sistemine taşınır. Görüntünün geometrik düzeltme işlemleri için görüntü üzerine iyi dağılmış kontrol noktalarından faydalanılır.

Uzaktan algılanmış bir görüntünün bir harita koordinat sistemine geometrik olarak yataylanması (geometrik düzeltme) işlemi iki aşamada gerçekleştirilir;

### Konumsal Enterpolasyon (Spatial Interpolation):

Burada girdi piksel yeri (satur, sütun) ve aynı noktanın harita koordinatı (x,y) arasındaki ilişkinin tanımlanması amaç edinilir. Bu işlem; orijinal girdi görüntüsündeki her pikseli (x',y'), yataylanmış çıktı görüntüsündeki (x,y) uygun konumuna getirmek ya da yeniden yerleştirmek için uygulanması gereken geometrik koordinat dönüşümünün esasını oluşturur. (Önder,2002)

### Yoğunluk enterpolasyonu (intensity interpolation):

Bu işlem yeni piksel parlaklık değerlerinin belirlenmesidir. Ancak ; girdi piksel değerlerinin çıktı piksel yerlerine ötelenmesinde, doğrudan birebir ilişki bulunmamaktadır. Yataylanmış çıktı görüntüsündeki pikselin, girdi pikselinin satur ve sütun koordinatı üzerine düzgün bir biçimde düşmediği sık sık görülür. Böyle bir durumda yataylanmış yeni piksele ait parlaklık değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu işleme ayrıca **yeniden örnekleme (image resampling)** de denir. (Önder,2002)

Yeniden örnekleme sonrasında çıktı görüntüsündeki piksellerin değerlerinin yeniden hesaplanması gerekmektedir. Yani burada bir piksel doldurma işlemi (pixel filling) yapılmaktadır. Bir başka deyişle yeniden örnekleme girdi görüntüsünün geometrik dönüşümünden sonra çıktı pikselleri için yeni değerler tanımlama işlemidir ve bu değerler orijinal çıktı görüntüsüne göre bulunur.

Çoğunlukla kullanılan yeniden örnekleme teknikleri En Yakın Komşu Örnekleme (Nearest Neighbor Resampling) , Çift

Yönlü Doğrusal Enterpolasyon (Bilinear Resampling), Üçlü Katlama (Cubic Convolution ) dir.. Bunlar haricinde uygulamada kullanılan ERDAS Imagine 8.6 yazılımı ek olarak bir de bicubic spline yöntemini de seçenek olarak sunmaktadır.

### 1.1.1 En Yakın Komşu Örnekleme (Nearest Neighbor Resampling)

Bu yöntemde düzeltilmiş görüntüde yeni piksele değer olarak orijinal görüntüde bu piksele en yakın pikselin parlaklık değeri atanır. Yani bu yöntem ilk aşamada en yakın pikseli belirler ve bu pikselin değerini girdi pikseline atar. Bu metod diğer metodlar arasında en kolaydır. Hesaplama yönünden etkin olan bu işlem, yeniden örnekleme sırasında piksel parlaklık değerlerini değiştirmedikenden, özellikle yer bilimciler tarafından tercih edilmektedir.

### 1.1.2 Çift Yönlü Doğrusal Enterpolasyon (Bilinear Resampling)

Bu yöntemde Birinci Dereceden Enterpolasyon adı da verilir. Çift yönlü doğrusal enterpolasyon çıktı pikseline en yakın 4 pikseli belirleyerek bu 4 pikselin değerlerine göre ağırlıklı ortalamaları alır. Bu 4 pikselin ağırlığı ise çıktı pikselinin konumuna olan uzaklıklarına göre belirlenir. Ortalama alma işlemi orijinal piksel değerini değiştirir ve çıktı görüntüsüne bütünüyle yeni bir değer atanır.

Çift yönlü doğrusal enterpolasyon görüntüdeki keskin kenarları bulanıklaştıran yüksek frekanslı içeriği azaltır. Bu yöntem sürekli ve yumuşak değişimli yüzeyler için uygundur. Yükseklik, ısı, hava basıncı, gravitesel ya da manyetik alan sürekli yüzey olarak ifade edilebilir ve bu tür yüzeyler için en iyi örnekleme yöntemi çift yönlü doğrusal enterpolasyon yöntemidir.

Yukarıda bahsettiğimiz gibi piksel değerleri tamamen değişir bu da spektral özelliğe dayalı olan "sınıflandırma (classification)" gibi daha ileri bir işlem ve analizin sözkonusu olduğu uygulamalarda arzu edilir bir yöntem değildir. Bu durumda örnekleme işlemi sınıflandırma işleminden sonra yapılmalıdır.

### 1.1.3 Üçlü Katlama (Cubic Convolution)

Bu örnekleme yönteminde çift yönlü doğrusal enterpolasyonda olduğu gibi aynı hesaplama tekniği kullanılarak çıktı pikselinin parlaklık değeri hesaplanır. Ancak bu yöntemde yeni çıktı pikselini orijinal görüntüde çevreleyen 16 pikselin parlaklık değeri ve bunların uzaklığa bağlı ağırlıkları göz önüne alınarak çıktı pikselinin parlaklık değeri hesaplanır. Çift yönlü doğrusal enterpolasyon gibi burada da yeni bir değer elde edilir. Yoğun bir hesaplama işlemi söz konusudur dolayısı ile yavaş işleyen bir yöntemdir.

### 1.1.4 Bicubic Spline

Yaygın kullanılan bir yöntem değildir. Bicubic spline enterpolasyon algoritması bütün pikselde 2. derece türev alma işlemi gerektirir. Bu da işlem hızı ve gereksinim duyulan depolama alanı bakımından sorun doğurabilir.

## 1.2 Sınıflandırma (Classification)

Sınıflandırma, başta istatistik olmak üzere birçok bilim dalında kullanılan ve konu edilen bir karar verme işlemi ya da işlemler topluluğudur. Amaç, eldeki birtakım verilerden, o verilerin

geldiği nesnelere ya da sınıfların bulunmasıdır. Her piksel için değişik bantlardaki değer esas alınarak, belirlenen bir matematiksel işlem sonucu o pikselin ait olduğu sınıf bulunur. Genelde iki değişik sınıflandırma yöntemi vardır. Bunlar supervised (denetimli-egitimli-kontrollü sınıflandırma) ve unsupervised (denetimsiz-egitimsiz-kontrolsüz sınıflandırma) sınıflandırmadır. (Önder, 2002)

### 1.2.1 Eğitimsiz Sınıflandırma

Sınıfı bilinen yeterince örnek piksel, ya da bunlarla ilgili olasılık dağılım bilgisinin bulunmadığı durumlarda, kümeleme denen yöntemler kullanılarak yapılan sınıflandırmalara eğitimsiz sınıflandırma adı verilir. Bu sınıflandırmada, her spektral sınıftan gelen verilerin özellik uzayında kümeler oluşturacağı varsayımı ile veriler incelenerek kümeler aranır ve her küme bir sınıf olarak tanımlanır. (Ayhan,2003)

### 1.2.2 Eğitilmiş Sınıflandırma

Eğitilmiş yaklaşımda önce yararlı bilgi sınıfları (eğitim alanları) belirlenir, daha sonra spektral ayırt edilebilirlikleri incelenir.

Bu tür sınıflandırmada her sınıftan alınmış örnekler mevcuttur. Mevcut örnek alanlarındaki spektral bilgilerden faydalanılarak kullanılacak bir karar verme yöntemi ile tüm alanda sınıflandırma yapılır.

## 2. DOĞRULUK ANALİZİ

Doğruluk analizi, eğitim alanı olarak ayrılan bölgeler dışında kalan test alanlarına ilişkin piksel değerlerinin, referans kabul edilen, haritalar ya da arazi hakkında kesin bilgi veren bir kaynakla istatistiksel olarak karşılaştırma ilkesine dayalı bir kontrol yöntemidir.

Hatalar, piksellerin yanlış sınıflandırılmasından dolayı oluşmaktadır. Analizde hata derecesi yerine doğruluk derecesi de araştırılabilir. Eğer çok sayıda sınıflandırılmamış piksel varsa eğitim veri setlerinin gerçeği temsil etme oranları düşer. Sınıflandırmada doğruluk derecesinin gösterilmesinde en yaygın kullanılan metod k\*k düzensizlik, hata (confusion) matrislerinin oluşturulmasıdır. Matris referans verileri, yani yer gerçeği kullanılarak oluşturulur.

Bir başka yaklaşımda, olasılık matrisiyle sağlanmış bilgiyi özetleyen kappa ( $\chi$ ) katsayısı sınıflandırmanın doğruluğunu ağırlıklı olarak hesaplayan bir istatistiksel ölçü olarak kullanılır. Kappa değeri aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır;

$$\chi = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r x_{i+} * x_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^r x_{i+} * x_{+i}}$$

Burada;

r= Sınıf sayısı;  $x_{ii}$ = Hata matrisinin köşegen elemanları

$x_{i+}$ =Satır toplamı ;  $x_{+i}$ = Sütun toplamı

N=Hata matrisindeki toplam piksel sayısı (Ayhan,2003)

## 3. UYGULAMA VE ANALİZ

### 3.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Trabzon ili, Kalkınma mahallesi bölgesinde,  $39^{\circ} 45' 55.97''$ ,  $40^{\circ} 59' 59.63''$  ile  $39^{\circ} 46' 27.23''$ ,  $40^{\circ} 59' 42.28''$  coğrafi koordinatları arasında yer alan yaklaşık  $375000\text{m}^2$ 'lik bir alanı içermektedir. Şekil 1, çalışma alanını göstermektedir.



Şekil 1: Çalışma alanı

### 3.2. Materyaller

Çalışma kapsamında, 2003 yılına ait “geotif” formatında, UTM-WGS84 koordinat sisteminde, 4m çözünürlüklü multispektral (MS) IKONOS görüntüsü ve ERDAS Imagine 8.6 yazılımı kullanıldı.

### 3.3. Uygulama

Uygulama kapsamında, MS IKONOS görüntüsü rektifikasyon öncesi sınıflandırma yapıldı. Rektifikasyon sonrasında da farklı örnekleme metodlarıyla yeniden örneklenen görüntüler ayrı ayrı sınıflandırıldı. Elde edilen sonuç görüntüler karşılaştırılarak, kullanılan örnekleme metodlarının ve rektifikasyonun sınıflandırmaya etkileri irdelendi ve sonuç görüntüler üzerinden doğruluk analizleri yapıldı.

Öncelikli olarak; MS IKONOS görüntüsü, ERDAS Imagine 8.6 yazılımında, 8 sınıfta eğitimsiz olarak sınıflandırıldı ve Şekil 2’de görüldüğü gibi renklendirildi.



Şekil2: Sınıflandırılmış görüntü

Sonraki aşamada, MS IKONOS görüntüsü üzerinde iyi görülebilen kontrol noktaları belirlendi ve arazi çalışması yapılarak bu noktaların koordinatları Realtime Kinematik GPS ile belirlendi.

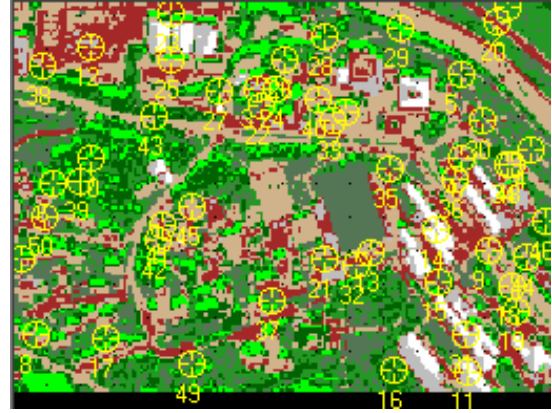
Belirlenen bu yer kontrol noktalarından seçilen 6 nokta, geometrik düzeltme işlemi için kullanıldı. Konumsal enterpolasyonda 3. derece polinomal dönüşüm kullanıldı. Bu

işlem sonucunda toplam RMS 1.46 m olarak elde edildi. Geometrik düzeltme işlemi tamamlandıktan sonra görüntü en yakın komşu (Nearest), çift yönlü doğrusal enterpolasyon (bilinear), üçlü katlama(cubic) ve bicubic spline örnekleme metodları kullanılarak yeniden örneklendi.

Elde edilen bu dört görüntü eğitimsiz sınıflandırma yöntemi kullanılarak 8 sınıfa ayrılmıştır.

### 3.4. Doğruluk Analizi ve İrdeleme

Çalışmanın asıl amacı olan yeniden örnekleme yöntemlerinin görüntünün orijinal spektral bilgisine olan etkisini belirlemek için doğruluk analizi yapıldı. Bu amaca yönelik olarak görüntü üzerinde rast gele 50 nokta belirlendi. Bu noktaların dağılımı şekil 3’te gösterilmiştir.



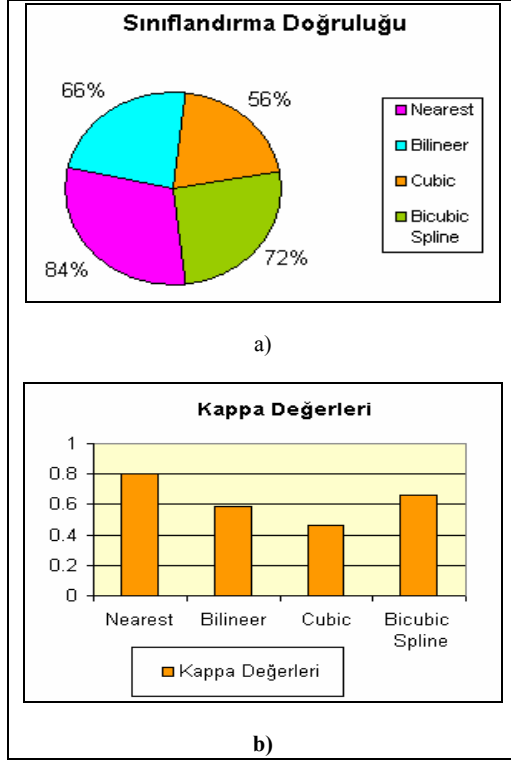
Şekil3: Doğruluk analizinde kullanılan noktalar

Bu noktaların sınıflandırılmış orijinal görüntüde karşılık geldikleri sınıflar belirlendi. Yine aynı noktaların farklı örnekleme yöntemleri kullanılarak üretilmiş görüntüler üzerinde yapılan sınıflandırmada dahil oldukları sınıflar belirlendi. Erdas yazılımında bu veriler değerlendirilerek tablo1’de görülen doğruluk yüzdeleri ve kapa değerleri hesaplandı.

Örnekleme Yöntemleri	Sınıflandırma Doğruluğu	Kappa Değerleri
Nearest	84%	0.8031
Bilinear	66%	0.585
Bicubic	56%	0.4663
Bicubic Spline	72%	0.6577

Tablo 1: Doğruluk analiz yüzdeleri ve kapa değerleri

Elde edilen doğruluk analiz yüzdelerinin ve kapa değerlerinin grafiksel gösterimi şekil 4’de görülmektedir.



**Şekil 4:** a) Doğruluk analiz yüzdeleri b)Kappa değerleri

Doğruluk analizi sonucunda en iyi sonucu %84 doğrulukla en yakın komşu enterpolasyonu yönteminin sağladığı görülmüştür. Bicubic spline örnekleme yöntemi de %74 doğrulukla, yakın komşu enterpolasyonu yöntemine yakın bir sınıflandırma doğruluğu sağlamıştır. Diğer iki yöntemin daha düşük bir doğruluğa sahip oldukları açıkça görülmektedir.

Geometrik düzeltme öncesi ve sonrası yapılan sınıflandırmalar sonrasında elde edilen görüntülerdeki sınıflara karşılık gelen piksel sayılarının değişimi incelendiğinde, geometrik düzeltmenin piksel sayılarının değiştirdiği gözlemlenmiştir. Tablo 2’de de görüldüğü gibi yakın komşu enterpolasyonu ve Bicubic Spline yöntemleri, geometrik düzeltme yapılmamış orijinal görüntüdeki piksel sayısına en yakın sonucu vermiştir. Sınıflara düşen piksel sayılarındaki değişimin en az olduğu yöntem ise bicubic spline yöntemidir.

Sınıf	Orjinal	Nearest	Bilinear	Cubic	Bicubic Spline
0	0	694	445	444	444
1	1879	1863	1313	1483	1864
2	3820	3730	4033	3779	3823
3	4262	4206	4367	4482	4179
4	3332	3296	3417	3569	3313
5	6122	5984	6078	5903	6106
6	3553	3507	3574	3605	3536
7	995	984	981	1015	988
8	693	684	740	668	695
<b>Toplam</b>	<b>24656</b>	<b>24948</b>	<b>24948</b>	<b>24948</b>	<b>24948</b>

**Tablo 2:** Her sınıfa ait piksel sayıları

Her bir sınıftaki piksel sayılarının, o sınıfa ait toplam piksel sayısına oranıyla hesaplanan yüzde değerleri Tablo 3’de gösterilmiştir.

Sınıf	Orjinal	Nearest	Bilinear	Cubic	Bicubic Spline
0	0.00	2.78	1.78	1.78	1.78
1	7.62	7.47	5.26	5.94	7.47
2	15.49	14.95	16.17	15.15	15.32
3	17.29	16.86	17.50	17.97	16.75
4	13.51	13.21	13.70	14.31	13.28
5	24.83	23.99	24.36	23.66	24.47
6	14.41	14.06	14.33	14.45	14.17
7	4.04	3.94	3.93	4.07	3.96
8	2.81	2.74	2.97	2.68	2.79

**Tablo 3:** Sınıflardaki piksel sayılarının yüzde olarak gösterimleri

Tablo 3’deki her bir sınıftaki piksel sayılarının yüzdelere göre farkları da Tablo 4’de görülmektedir. Piksellerdeki değişimin en az sağlandığı yöntem bicubic spline yöntemidir.

Sınıf	Orjinal	Nearest	Bilinear	Cubic	Bicubic Spline
0	0.00	2.78	1.78	1.78	1.78
1	0.00	0.15	2.36	1.68	0.15
2	0.00	0.54	0.67	0.35	0.17
3	0.00	0.43	0.22	0.68	0.54
4	0.00	0.30	0.18	0.79	0.23
5	0.00	0.84	0.47	1.17	0.35
6	0.00	0.35	0.08	0.04	0.24
7	0.00	0.09	0.10	0.03	0.08
8	0.00	0.07	0.16	0.13	0.02
<b>TOP.</b>	<b>0.00</b>	<b>5.56</b>	<b>6.03</b>	<b>6.65</b>	<b>3.56</b>
<b>ORT.</b>	<b>0.00</b>	<b>0.62</b>	<b>0.67</b>	<b>0.74</b>	<b>0.40</b>

**Tablo 4:** Sınıflardaki piksel sayılarının orijinal görüntüden olan farklarının yüzde olarak gösterimleri

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, geometrik düzeltme işleminin yeniden örnekleme (yoğunluk enterpolasyonu) aşamasının görüntü spektral değerlerine etkisi üzerinde durulmuştur. Özellikle sınıflandırma gibi piksel gri değerlerine dayanan spektral analizlerde bu durum oldukça önemlidir. Literatürde de benzer uygulamalarda bu tür analizlerin geometrik düzeltme öncesinde yapılmasının gerektiği ifadelerine rastlanmaktadır. Çalışmada, bu durum sınıflandırma açısından incelenmiştir.

Bu durumdan yola çıkarak öncelikli olarak geometrik düzeltme yapılmamış orijinal multispektral görüntü eğitimsiz olarak sınıflandırılmıştır. Buradan elde edilen sınıf sonuçları ile karşılaştırmak için de aynı şekilde geometrik düzeltme, farklı yeniden örnekleme yöntemleri ile gerçekleştirilmiş sonuç ürünlerde de eğitimsiz sınıflandırma yapılmıştır.

Sonuçların değerlendirilmesi açısından 2 yöntem izlenmiştir. İlk teknikte görüntüye rast gele dağılmış 50 kontrol noktası

belirlenmiştir. Bu kontrol noktalarının geometrik düzeltmesi yapılmamış görüntüde karşılık geldiği sınıflar ile farklı yeniden örnekleme yöntemleriyle geometrik olarak düzeltilmiş görüntülerde karşılık geldikleri sınıflar karşılaştırılmış ve doğruluk değerlendirilmesi yapılmıştır. Diğer bir yöntemde ise karşılaştırma kontrol noktaları bazında değil tüm görüntü dahilinde her bir sınıfa düşen piksel sayıları değerlendirilerek yapılmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde kontrol noktaları ile yapılan değerlendirme dikkate alındığında; en yakın komşu enterpolasyon yöntemi sonuçlarının orijinal görüntüye en yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Bunu sırası ile bicubic spline, çift yönlü doğrusal enterpolasyon ve üçlü katlama yöntemleri takip etmektedir. Her bir sınıfa düşen piksel sayılarına göre bir sınıflandırma yapıldığında ise bicubic spline en iyi sonucu vermiştir. Bunu sırası ile en yakın komşu enterpolasyonu yöntemi, çift yönlü doğrusal enterpolasyon, üçlü katlama takip etmektedir.

Tablo 2 'de görüldüğü gibi geometrik düzeltme sonrasında konumsal enterpolasyon sebebi ile görüntü piksel sayılarında bir değişim olmuştur. Bu durum bize orijinallikten olan bozulmayı da açık ve net olarak göstermektedir. Bu da doğal olarak sınıflandırma doğruluğuna olumsuz yönde etki etmiştir.

Sonuç olarak geometrik düzeltme işlemi görüntünün sınıflandırma sonuçlarını etkilemektedir. Buna bağlı olarak, sınıflandırma doğruluğu da düşmektedir. Hassas sınıflandırma sonucu gerektiren uygulamalarda geometrik düzeltme öncesi sınıflandırma uygundur. Aksi bir durum söz konusu ise bu durumda geometrik düzeltme sonrası sınıflandırma uygun olabilir. Ancak bu durumda da sınıflandırma söz konusu olduğundan en yakın komşu enterpolasyon yöntemi kullanılmalıdır.

## 5. KAYNAKLAR

Ayhan, E., Karşı, F., Tunç, E., Temmuz 2003, Uzaktan Algılanmış Görüntülerde Sınıflandırma ve Analiz, Harita Dergisi, 130, 32-46.

Campbell, James B., 1996, Introduction of Remote Sensing, Second Edition, Taylor and Francis, Great Britain.

Erdas Field Guide, 1999, Fifth Edition, pp. 370-372.

Gibson, P., Power, C., 2000, Introductory Remote Sensing: Digital Image Processing And Applications, First Edition, Taylor and Francis, New York.

Jensen, John R. , 1996, Introductory Digital Image Processing : A Remote Sensing Perspective, Second Edition, Prentice Hall, New Jersey.

Lillesand, T. M., 2002, Kiefer R. W., Remote Sensing and Image Interpolation, pp. 473-488, USA.

Mather, Paul M., 1999, Computer Processing of Remotely-Sensed Images, Second Edition, John Wiley&Sons, United Kingdom.

Önder, M., 2002, *Uzaktan Algılamada Topoğrafik Uygulamalar*, Harita Genel Komutanlığı Matbaası, Ankara, 90-94.