

---

SERİ

**B**

CİLT

**37**

SAYI

**1**

**1987**

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

**ORMAN FAKÜLTESİ**  
**DERGİSİ**



# UYDU FOTOĞRAFLARINDA KALİTENİN YÜKSELTİLMESİ

Prof. Dr. Tahsin TOKMANOĞLU

## K ı s a Ö z e t

Uydulardan ve uçaklardan çekilen fotoğraflar genellikle kullanacak olan kimsenin isteklerine uygun olmazlar. Fotoğrafların isteklere uygun hale getirilmesi için yeni yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin hepsine birden, fotoğraf kalitesinin yükseltilmesi veya fotoğrafın daha yararlı hale getirilmesi denilmektedir. Fotoğraflardaki arızalı kısımların onarılması, kalite yükseltilmesinden ayrı bir işlemdir. Uydunun sağa sola eğilmesi veya öne arkaya yatması, veyahutta dünyanın eksenî dönmesinde dönmesi nedeniyle fotoğraflarda bazı şekil bozuklukları olur. Önce bunların giderilmesi sağlanır, gerekli onarımlar yapılır, daha sonrada kalite yükseltilmesine geçilir.

Fotoğraf kalitesinin yükseltilmesi, Sayısal fotoğraflarda görülen DN değerlerinin değiştirilmesi sonrada analog fotoğrafa dönüştürülmesi yoluyla sağlanır. Siyah - beyaz fotoğraflarda bulunan gri tonları, yaklaşık olarak 10 tanedir. DN değerleri ise genellikle 10 ile 49 arasında değişmektedir. Her DN değeri bir gri tonu olarak kabul edilirse 39 gri tonu ortaya çıkar. DN değerleri üzerinde çeşitli değişiklikler yapılarak fotoğraf kaliteleri yükseltilebilmektedir. Bu değişikliklerde, bilgisayar çok önemli roller oynamaktadır.

DN değeri çok küçük olan pikseller, suları ve çok koyu gölge altında bulunan yerleri gösterirler. Bir fotoğrafta, DN değeri 10 dan küçük olan pikseller belirlenirse temiz ve kirli sular birlikte saptanmış olur. DN değeri 5 ve daha küçük olan pikseller belirlenirse, temiz sular belirlenmiş olur. Bu yöntemle, sel baskınına uğrayan yörelerde nerelerin sular altında kaldığı, objektif bir şekilde saptanmakta ve ona göre önlemler alınmaktadır.

Deniz kıyılarında, açık mavi görülen yerlerde, tahlî sular denize karışmaktadır. Böyle yerlerde arazi yüzeyinde akan bir su yoksa, toprak altında bir suyun akarak denize karıştığına karar verilir. Antalya kıyı şeridinde 1987 yılında, Hollandalılar tarafından böyle bir çalışma yapılmış ve toprak altından denize karışan suların bulunduğu noktalar saptanmıştır.

## GİRİŞ

Uydulardan ve uçaklardan çekilen fotoğraflar, çekildikleri andaki koşullara bağlı olarak, çok farklı özellikler taşımaktadırlar. Bu özellikler, fotoğrafı çektirenin isteklerine uygun düşebileceği gibi, tersde düşebilir. Çekilen fotoğrafların özelliklerinin, kullanacak olan kimsenin isteklerine uygun hale getirilmesine «Fotoğraf Kalitesinin Arttırılması» veya «Fotoğrafın daha yararlı hale getirilmesi» denilmektedir.

Kalite arttırma işlemlerinin büyük çoğunluğu, fotoğrafa ait orijinal değerler değiştirilerek yapılır. Bu nedenle kalite arttırma işlemi, fotoğrafla ilgili diğer işlemler tamamlanmadan yapılamaz. Bir fotoğrafın onarımı ile kalitesinin arttırılması, farklı şeylerdir ve her bantta ayrı ayrı yapılır.

Bir fotoğraf, filmdeki bir leke nedeniyle, arızalı çıkmış olabilir. Bu lekenin yerine, neyin gelmesi gerektiğinin araştırılması ve konulması fotoğrafın onarımıdır. Fakat; bir fotoğrafın gereğinden fazla ışık gelmesi nedeniyle çok parlak çıkması veya tersinin olması, fotoğrafı kullanacak olanın isteklerine genellikle uygun düşmez. Çok parlak çıkan fotoğrafın biraz matlaştırılması veya çok koyu çıkanın da biraz açılması, daha parlak hale getirilmesi, «Kalitesinin Arttırılması» işidir.

Çok zaman, fotoğrafın tamamının biraz matlaştırılması veya tersinin yapılması gereksinimleri karşılamamaktadır. Örneğin siyah - beyaz bir fotoğrafta 10 tane gri tonu saptanmışsa, diğer bir söyleyişle; fotoğrafı oluşturan pikseller (Fotoğraf hücreleri), tonlarına göre 10 kademeye ayrılıyorlarsa, kademelerdeki piksel sayılarının birbirlerine eşit veya yakın olması istenir. Böyle olduğu takdirde, kademelere giren alanlar, birbirlerine eşit veya yakın büyüklükte olur. Aksi halde; bir kademe fotoğraf alanının % 95'ini kaplarken, geride kalan 9 kademe alanın ancak % 5'ini kaplar. Kademe sınırlarında değişiklikler yaparak, kademelerdeki piksel sayılarının birbirine yakın hale getirilmeleri sağlanabilmektedir. Bu işlem veya fotoğraf kalitesinin bu şekilde bir çalışmayla artırılması, «Sayısal Fotoğraf» yardımıyla yapılabilmektedir.

«Sayısal Fotoğraf (Dijital Fotoğraf)» isimli makalemizde, Sayısal Fotoğraf tanıtılmış ve önemli özellikleri, örneğin; onarıma olanak sağlaması açıklanmıştır. Aşağıdaki yazıda, önce sayısal fotoğraf yardımıyla onarımların nasıl yapıldığı, özet olarak verilmiş, daha sonrada; ton kademelerinin sınırlarında değişiklikler yaparak, fotoğraf kalitelerinin nasıl arttırıldığı açıklanmaya çalışılmıştır. Ton kademelerinin sınırlarında değişiklik yapılarak, fotoğraf kalitesi arttırılabilmektedir.

## Uydu Fotoğraflarının Onarımı

Landsat uyduları, araziden gelen ışınları, dalgaboylarına göre önce 4 kademeye ayırmakta, Dedektörlerde incelemekte ve manyetik bantlara doldurmaktadır. Daha sonrada bu bantlardan fotoğraflar elde edilmektedir. Kademelere de bant denilmekte ve 4, 5, 6, 7 no. lar verilmektedir. Her kademede veya her bantta kullanılan ışınların dalgaboyları şöyledir.

Bant No.	Dalgaboyu
4	0,5—0,6 mikron
5	0,6—0,7 »
6	0,7—0,8 »
7	0,8—1.1 »

Her kademede 6 tane dedektör bulunmaktadır, sistemin tamamındaki dedektör sayısı 24'tür.

Arazi taranırken, bir çok bozukluklar ortaya çıkmaktadır. Bunlar Sistematik ve Sistematik olmayan aksaklıklar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Bu bozukluklar düzeltilerek son görüntü elde edilir, daha sonrada görüntünün değerlendirilmesine geçilir. Son görüntünün hatasız bir ortogonal izdüşüm (Dik izdüşüm) olması zorunludur. Aksi halde yanlışlara sebep olur.

Son görüntü, «Computer compatible Tapes» kısaca CCT isimli bilgisayara verilir ve her pikselin parlaklık derecesi, diğer bir deyimle DN değeri, çok süratli bir şekilde saptanır. Geometrik düzeltmeler yapılmadan, fotoğraflar CCT aygıtına verilecek olursa, hatalı sonuçlar elde edilir. Bu nedenle, önce geometrik düzeltmelerin yapılması zorunludur.

Uydu aracılığı ile elde edilen fotoğraflardaki geometrik bozuklukların en önemlileri şunlardır :

1 — Bir ince şeridin taranması 28 saniye sürmektedir. Bu süre içerisinde dünya durmamakta, ekseni etrafında dönmektedir. Dönüş miktarı, ekvatorda en fazladır, kutuplara gidildikçe azalmaktadır. Dünyanın ekseni etrafında dönmesi, taranan ince şeritlerde, şekil bozukluklarına sebep olmaktadır. İnce şeritler altılık gruplara ayrılır, her grup için bir düzeltme payı hesaplanır ve uygulanarak düzeltme yapılır. Böylelikle dünyanın ekseni etrafında dönmesinin sebep olduğu bozukluk giderilir.

Taramayı yapan aynanın yatayla (veya düşeyle) yaptığı açı, -2,8 derece ile +2,8 derece kadar değişmektedir. Bu değişiminin açısal hızı sabittir, fakat tangentleri sabit değildir. Aynanın algıladığı görüntü, açının tangentine göre değişmektedir. Küçük açılardaki bir saniyelik değişiklik, tangenti çok etkiler, açı büyüdükçe bu etki küçülür. Tarayıcı aynadaki açı değişikliği, görüntünün bozulmasına neden olur. Bu bozukluk ve dünyanın ekseni etrafında dönmesinden doğan bozukluklar, daima ve her koşuda meydana gelmektedirler, bu nedenle sistematik hata grubuna girerler. Her ikisinin de düzeltme yöntemleri bulunmuştur, uygulanmaktadır.

2 — Merkezinden geçmek koşulu ile, dünyanın kesiti hangi yönde alınıralsa alın-sın, asla bir daire elde edilmemektedir. Uydunun yörüngesi tam bir daire olsa dahi, uydu ile dünya yüzeyi arasındaki uzaklık, devamlı şekilde değişmektedir. Dünya üzerindeki yükseklik farkları da bu bozukluğun değişmesine neden olmaktadır. Uydu ne kadar dikkatli atılırsa atılsın, uçuş esnasında, sağa sola hafif dönmeler, öne ve

arkaya hafif eğilmeler olmaktadır. Bu olaylar, her noktada farklı büyüklüklerde olduklarından, sistematik olmayan hatalar grubuna girmektedirler. Bunların sebep olduğu görüntü bozuklukları da giderilmektedir.

Sistematik olan ve olmayan bozuklukları gidermek amacıyla, arazide kontrol noktaları alınmaktadır. Fotogrametrik yöntemle harita yapılırken de, aynı şekilde kontrol noktaları alınmakta, adlarına Bağlantı Noktaları veya Pas Noktaları denilmektedir. Aksi halde fotoğraflar değerlendirilememekte, eğiklikleri bulunamamakta, hataları da düzeltilememektedir. Yerden uzaklaştıkça, bir fotoğrafın gösterdiği alan büyümekte, kontrol noktaları arasındaki uzaklıklarda artmaktadır. Uydu fotoğrafları için gerekli kontrol noktaları çok seyrektrir.

Havalimanları, büyük şehirler, anayolların kesiştiği noktalar, adalar... uydu fotoğraflarının kontrol noktaları olabilmektedir. Bu yerlerin, enlem ve boylam değerleriyle, koordinatları genellikle bilinmektedir. Önce kontrol noktaları, kağıtlara koordinatlara göre yerleştirilir. Fotoğrafların görüntüleri bunların üzerine düşürülerek Oryantasyon yapılır. Böylelikle fotoğraflardaki, sistematik olan ve olmayan bozukluklar bulunur. Kontrol noktalarının, koordinatları hesaplanırken, harita yapımında kullanılan Projeksiyon yöntemlerinden biri benimsenir ve hesaplar ona göre yapılır. Türkiye'de genellikle Gauss-Grüker Projeksiyon yöntemi uygulanmaktadır. Amerika Birleşik Devletlerinde ise, Mercator Projeksiyon yöntemi uygulanmaktadır.

Kontrol noktaları yardımıyla, fotoğraflardaki sistematik olan ve olmayan bütün bozukluklar giderilmekte, daha sonrada DN değerleri (Digital Number) saptanmak üzere CCT isimli bilgisayara verilmektedir.

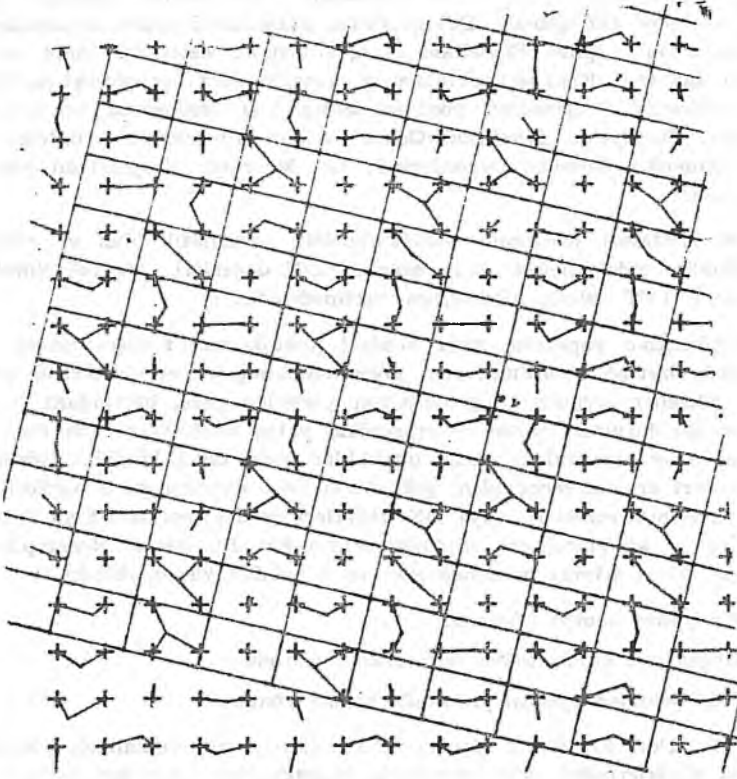
Kesin yöneltme yapılırca, yani kontrol noktalarının fotoğraflardaki yerleriyle, harita kağıdı üzerine koordinatlarına göre konulmuş yerleri birbirleri karşılaştırılınca, bütün pikseller, uygulanan projeksiyon yerlerine göre, haritadaki yerlerini almış olurlar. Bu durumda, pikseller arasındaki yatay uzaklıklar daha doğrusu; Piksellerin merkezleri arasındaki yatay uzaklıklar biraz daha küçüldür. Görüntülerdeki yamaç eğimleri de değişeceğinden, piksellerin yeni duruma göre parlaklık dereceleri (ışın yansıtma oranları), veya DN değerleri de değişecektir. Yeni duruma göre DN değerlerinin ne olacağını saptanması gerekir. Bu işleme Resampling (Yeni Deneme Alanı Alma) denilmektedir ve 3 şekilde yapılmaktadır.

- 1 — En yakın komşu yöntemi.
- 2 — Regrasyon düzleminden yararlanma yöntemi.
- 3 — Küp şeklinde oyuntu yardımıyla orantı yöntemi.

Şekil No: 1'de, En Yakın Komşu Yönteminin nasıl uygulandığı görülmektedir. Bu yöntem diğerlerinden daha pratiktir, uygulanması kolaydır, fakat; sakıncalı yönleri bulunmaktadır. Şekil No: 1'deki artı işaretleri, bir kare şebekesindeki karelerin merkez noktalarıdır. Bu noktalar arasındaki uzaklığın arazideki karşılığı 50 m. dir. Fotoğraflarda herhangi bir düzeltme yapılmadan, veya pek az bir düzeltme yapılarak piksellerin DN değerleri saptansaydı, Şekil No: 1'de artı işaretlerle gösterilen noktaların DN değerleri saptanmış olacaktı. Fotoğraftaki bir pikselin arazideki karşılığı 50×50 m. büyüklüğünde bir alan olacaktı. Buna «Arazide Piksel» denecekti. Piksellerin merkezleri artı işaretlerinde bulunacaktı.

Uygulanan projeksiyon yöntemi nedeniyle, piksellerin merkezleri biraz yer değiştirmiştir, yeni yerleri sadece, birer nokta ile gösterilmiştir. Pikseller biraz daha küçülmüş ve merkez noktaları, birbirlerine yaklaşmıştır. Eski piksellerle yeni pikseller, birbirlerine isabet etmemektedir. Pikseller değişikliğe uğrayınca, DN değerleri de değişmektedir. İlk piksellere «Arazi Pikseli» yenilerine de «Görüntü Pikseli» denilmektedir. Şekil No: 1'de, Arazi Piksellerinin merkezlerle, kendilerine en yakın olan Görüntü Pikselinin merkezinin birleştirilmiş olduğu görülmektedir.

Arazi piksellerile, görüntü pikselleri birbirlerine denk olsalardı, biri için saptanan DN değerleri, aynen diğeri içinde kullanılacaktı. Pikseller farklı olunca, DN değerlerinde de bir değişikliğin olması gereklidir. Arazi piksellerine, kendilerine en yakın olan görüntü pikselinin DN değeri verilmektedir. Bu nedenle de yöntemin adına; «En Yakın Komşu Yöntemi» denilmektedir.



Şekil No: 1

En yakın komşu yöntemi ile DN değerlerinin nasıl düzeltildiğini veya yeniden deneme alanı alma işinin nasıl yapıldığını açıklayan şekil. Artı işaretleri bir kare şebekesindeki karelerin merkez noktalarını göstermektedir. Bu noktalar arasındaki uzaklığın, arazideki karşılığı 50 m. dir. Fotoğraflarda herhangi bir düzeltme yapılmadan veya pek az bir düzeltme yapıldıktan sonra, piksellerin DN değerleri saptanmış olsaydı, artı işaretlerinin DN değerleri saptanmış olacaktı. Uygulanan projeksiyon yöntemi nedeniyle, piksellerin merkezleri, artı işaretli noktalardan farklı yerlere düşmüştür. Yani; piksel merkezlerine ait DN değerleri saptanmakta ve yakınındaki artı işaretli noktaya da aynen verilmektedir.

Uzaklıklarının eşit olması nedeniyle, çok zaman iki arazi pikseli, aynı görüntü pikselinin DN değerini almak zorunda kalmaktadır. Hatta bazen, üç arazi pikseli, aynı görüntü pikselinin değerini almaktadır. Bir tarama şeridinden, diğer tarama şeridine atlandığı da olmaktadır. Şekil No: 1'de, görüntü piksellerinin ortaları bulunmuş ve yakınındaki arazi piksellerinin ortalarile birleştirilmiştir.

İkinci ve üçüncü yöntemlerin uygulanmaları, birinciden daha fazla zaman almaktadır, fakat daha iyi sonuç vermektedir.

Fazla duyarlı olmayan fakat; uygulanması basit olan bir geometrik düzeltme yöntemi de şu şekilde uygulanmaktadır. Piksellerin herbirindeki, boyun ene oranı saptanır ve pikseller bu orana göre çizilirler. Daha sonra, altışar satırlık veya sıralık gruplara ayrılırlar ve birlikte düzeltilirler. Altı sıranın genişliği, uydunun bulunduğu enlem derecesine ve yörüngedeki yerine bağlı bir fonksiyondur. Buna göre, düzeltme yapılır.

Görüntüleri birbirleriyle kıyaslayarak, bir görüntüyü diğer bir görüntüye göre düzeltme olanağı vardır. Bu yönteme «Görüntüye göre, görüntü düzeltme» ismi verilmektedir.

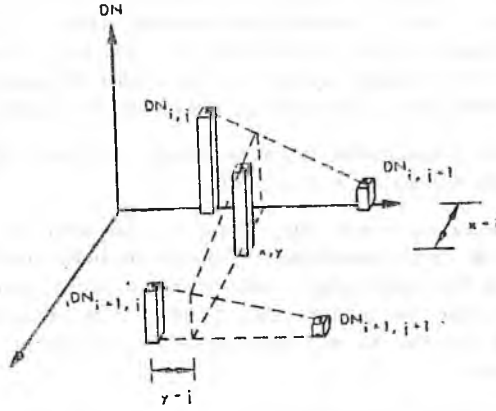
Landsat uydusundaki tarayıcı sistem, kendi ürettiği ışınlarla çalışmaktadır. Güneş ışınlarından yararlanmamaktadır yani; aktif sistem uygulanmaktadır. Uydunun gönderdiği ışınlar, objelerin arazi yüzeyindeki izdüşümlerini belirlemekte ve saptamaktadırlar. Bu izdüşümler, uydunun yüksekliğine ve objenin uçuş ekseninden olan uzaklığına göre değişmektedir. Uçuş şeridinin kenarında bulunan 3000 m. yüksekliğindeki bir dağın, tepe noktasının görüntüdeki kayma miktarının arazideki karşılığı 300 m. kadardır. Bu rakkamlar, ortogonal projeksiyondaki kaymaların büyüklüğünü de açıklamaktadır.

Landsat uydusu ile alınan bütün görüntülerin, merkezi projeksiyon yöntemine göre düzeltilmesi gereklidir. Yapılan bu düzeltmelerde, uçuş şeridinin kenarında bulunan dağlar, önemli sorunlar yaratmaktadır, diğerlerinin düzeltilmeleri biraz daha kolay olmaktadır.

Regresyon düzleminden yararlanma yönteminde, uzayda üç tane, birbirine dik eksen alınmakta. Her eksen bir bandın saptadığı DN değerlerini göstermektedir. Aynı piksel 3 bantta, ayrı ayrı DN değerleri alacaktır. Bu değerler arasında herhangi bir ilişkinin bulunup bulunmadığı, bu yöntemde araştırılmakta ve bulunan ilişkidenden yararlanılarak, gerekli düzeltmeler yapılmaktadır.

Regresyon düzleminden yararlanma yönteminin uygulaması, Şekil No: 2'de görülmektedir. Aynı pikselin üç bantta saptanan DN değerleri, sırasile eksenler üzerinde alınarak uzayda bir nokta bulunmaktadır. Birinci banttaki DN değerleri X ekseninde, ikinci banttakiler Y ekseninde, üçüncü banttaki DN değerleri de Z ekseninde alınmışlardır. Şekilde 5 piksel için 5 noktanın bulunuşu gösterilmiştir. Çok sayıda nokta gösterilebilirdi. Uzaydaki bu noktaların aralarından geçecek şekilde bir regresyon düzlemi geçirilebilir. Noktaların bu düzlemde uzaklıkları, Z hatalarını göstermektedir. Buna görede düzeltmeler yapılmaktadır.

Üçüncü yöntem olan «Küp şeklinde oyuntu yardımı ile orantı» yönteminde, ikinci yönteme benzer bir uygulama yapılmaktadır.



Şekil No: 2

Regresyon düzleminin yararlanarak DN değerlerinin nasıl düzeltildiğini veya yeniden deneme alanı alma işinin nasıl yapıldığını açıklayan şekil. Aynı pikselin üç bantta saptanan DN değerleri sırasıyla eksenler üzerinde alınarak uzayda bir nokta bulunmaktadır. Şekilde 5 piksel için 5 noktanın bulunuşu gösterilmiştir, çok sayıda nokta gösterilebilirdi. Uzaydaki bu noktaların arasından bir regresyon düzlemi geçirilir ve noktaların bu düzlemde olan uzaklıkları hesaplanır. Bulunan uzaklıklar, Z eksenine ait banttaki DN değerlerinin ne kadar düzeltileceklerini gösterir.

Şekil No: 3'de, yaklaşık sonuç veren pratik yöntemle yani birinci yöntemle diğer duyarlı yöntemlerin verdiği sonuçlar kıyaslanmaktadır. Şekilde kalm çizgi ile gösterilen ve köşeli olan parabol, pratik yöntemlerle bulunmuştur. Kesik çizgilerle oluşturulan parabol, duyarlı yöntemlerle elde edilmiştir. Yatay eksende piksellerin numaraları, dikey ekseninde ise DN değerleri gösterilmiştir. Aradaki farkın çok az olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak; fazla duyarlılık aranmayan işlerde, pratik yöntemlerin uygulanabileceği kanısına varılmaktadır.

### Fotoğraf Kalitesinin Yükseltilmesi

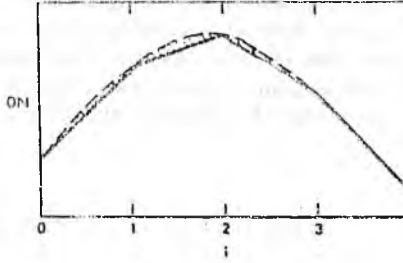
Fotoğraf kalitesinin yükseltilmesi, pratikte; fotoğrafın, kullanacak olanın gereksinmelerine uygun hale getirilmesi demektir. Kullanacak olana bir fayda sağlamayacak bilgilerin, fotoğrafta bulunması genellikle karışıklığa sebep olmaktadır. Örneğin; fotoğrafı kullanacak kimse, bitkileri inceleyecekse, toprak özelliklerini açıklayan bilgilerin fotoğraflarda bulunması, fazlalıktır karışıklıklara sebep olabilir. Toprağı inceleyecek kimseyede, bitki özelliklerini açıklayan bilgiler gereksizdir.

Fotoğraflarda, kullanacak olanın gereksinmelerine uygun ve olabildiğince ayrıntılı bilgiler bulunmalı. Bu amacın gerçekleştirilmesi için yapılan çalışmalara, fotoğraf kalitesinin yükseltilmesi denilmektedir. Fotoğrafı kullanacak kimse, bu bilgilerin hepsinin birden fotoğrafta bulunmasını istiyor ve doğacak karışıklığı hoş görü ile karşılayabiliyorsa, o zaman bu bilgilerin hepsinin birden fotoğraflarda bulunmasını sağlamak, fotoğraf kalitesini yükseltmek anlamına gelmektedir. Fakat;



bu durumla ender karşılaşmaktadır. Kalite yükseltme çalışmalarına başlanmadan önce, yukarıda açıklanan onarım çalışmalarının yapılması, fotoğrafların Ortogonal Projeksiyon (dik izdüşüm) durumuna getirilmesi zorunludur.

Siyah - beyaz fotoğraflarda grinin çeşitli tonları bulunur. Gri tonlarının belirttiği özellikler, birbirinden çok farklıdır. Bir fotoğraftaki gri tonları çıplak gözle incelendiğinde 4 tane, diğerindeki 6 tane ise, ikincinin birinciden daha kaliteli olduğuna karar verilir. Aynı fotoğraflar, bir büyüteç ve densitometre ile incelendiğinde, ton kademelerinin sayısı sırasıyla 8 ve 10'a çıkıyorsa, fotoğraftan yararlanma olanağı artırılmış olur.



Şekil No: 3

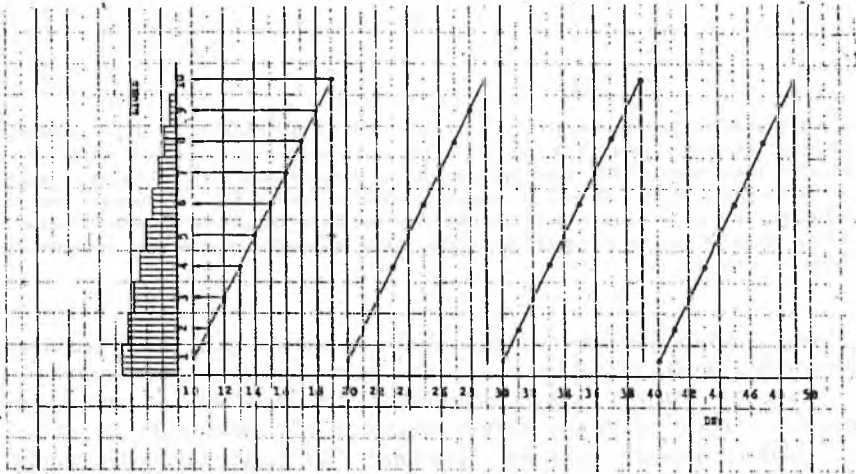
DN değerlerini düzeltmek amacıyla uygulanan en yakın komşu yöntemi ile diğer yöntemlerin verdiği sonuçlar arasındaki farkları gösteren şekil. Yatay ekseninde piksel numaraları, dikey ekseninde ise DN değerleri gösterilmiştir. Kalın çizgi ile gösterilen ve köşeleri olan parabol, En Yakın komşu yöntemi ile bulunmuştur. Kesik çizgilerle oluşturulan parabol ise, çok duyarlı yöntemlerden biri ile, örneğin Regresyon düzleminde yararlanma yöntemiyle elde edilmiştir. İki parabol arasındaki farkın çok küçük olduğu görülmektedir. En yakın komşu yöntemi, diğer yöntemlere kıyasla daha pratiktir. Fazla duyarlı olmayan işler için önerilmektedir.

Fotoğraflardaki ton kademelerini arttırmak için, fotoğraf çekilirken alınan önlemler vardır. Birde çekildikten sonra, fotoğrafın yorumunda yapılan işler vardır. Her ikisinde de fotoğraf kalitesi yükseltilmiş olur. Genel olarak, uydulardan veya uçaklardan fotoğraf çekilirken kaliteyi yükseltme için bütün önlemler alınır. Daha sonra; çekilen fotoğrafın kalitesini yükseltmek için, yoğun çalışmalar yapılır. Aşağıda bu yoğun çalışmaların neler olduğu ve nasıl yapıldığı açıklanmaya çalışılmıştır.

Fotoğraflardaki gri tonlarının çıplak gözle saptanması subjektif görüşlere yer verdiği için, çok zaman yanlıcı olmaktadır. Büyüteç ve densitometre kullanılması da bu sonucu fazla değiştirmemektedir. Fotoğraflardaki ton farklarını veya ton kademelerini objektif bir şekilde saptamak amacıyla, çeşitli aletler geliştirilmiştir. Bunların en önemlisi «Elektrostatik Plotter» isimli alettir. Bu aletin saptayabildiği ton kademelerinin sayısı en fazla 10 tane olmaktadır. DN değerleri de ton farklarını göstermektedir ve genellikle 10 ile 49 arasında değişmektedir. Diğer bir deyimle; DN değerleri ölçülerek 39 tane ton kademesi saptanabilmektedir. 10 ile 49 arasında bulunan DN değerleri, Elektrostatik Plotter aletinde 4 bant ile saptanmaktadır. Bu değerler 4 bant ile saptanan 4 ayrı görüntüye eşit olarak dağıtılınca şu kademeler ortaya çıkmaktadır: 10 - 19, 20 - 29, 30 - 39, 40 - 49.

Her bantın algıladığı görüntüler, bir fotoğraf oluşturmaktadır. Her fotoğrafta 10 kademe (gri tonu) bulunacaktır. Bu durum Şekil No: 4'de açıklanmıştır. Bazı Elektrostatik Plotter aletlerinde ancak 9 kademe saptanabilmektedir. Şekil No: 5 deki grafik, 10 kademe saptayabilen alete göre çizilmiştir.

Bazı elektrostatik aletlerinde, bant ayrımı yapılmadan pikseller DN değerlerine göre kademelere ayrılmaktadır. Pikseller DN değerlerine göre kademelere ayrılmakta ve her kademeye giren piksel sayıları saptanmaktadır. Çizelge No: 1'de, bir Sayısal fotoğraf üzerinde bulunan piksellerin, DN değerlerine göre kademelere ayrılmış durumları görülmektedir. Birinci sütunda, DN değerleri 10'dan başlamakta ve 59'a kadar yükselmektedir. İkinci sütunda DN değerleri aynı olan piksellerin sayıları bulunmaktadır. Toplamlarının 56250 olduğu, sütunun altında yazılıdır. Bu sütundaki DN değerlerine göre, Sayısal fotoğraf, analog fotoğrafa dönüştürülecek olursa, bir parçası Şekil No: 5'de görülen fotoğraf elde edilmektedir. Bu fotoğrafta kontrast çok azdır. Diğer bir deyimle; piksellerin büyük çoğunluğu, birbirine çok yakın gri tonlarında bulunmaktadır. Fotoğrafi kullanacak olan, fazla bir bilgi elde edemez.



Şekil No: 4

Gri tonlarını saptayan Elektrostatik plotter aleti yardımıyla, DN değerlerinin önce 4 banta sonrada 10 kademeye ayrılışındaki kuralı açıklayan şekil. 10 ila 49 arasında değişen DN değerleri önce 4 banta sonrada 10 kademeye ayrılmaktadır. Bantlar 10 - 19, 20 - 29, 30 - 39, 40 - 49 olarak sınırlandırılmışlardır. Yukarıdaki grafiğin yatay ekseninde DN değerleri, dikey ekseninde ise gri tonların numaraları bulunmaktadır. 1 numara en koyuyu 10 numarada en açığı göstermektedir. Birinci bantın en koyusunda DN=10, en açığında ise DN=20 dir. Diğer bantlarda buna göre sıralanmıştır.

Çizelge No: 1

Equalization (Denkleştirme) yönteminin uygulanışında yapılan hesapları gösterir çizelge.

DN değerleri	DN değeri aynı olan piksellerin sayısı (frekans)	Frekans/56 250 %	Frekansların toplamı	Frekansların toplamı/56 250 %
10	19	0.034	19	0.034
11	183	0.325	202	0.359
12	325	0.578	527	0.937
13	357	0.635	884	1.572
14	453	0.805	1337	2.377
15	519	0.923	1856	3.300
16	1165	2.071	3021	5.371
17	2342	4.164	5363	9.534
18	4778	8.494	10141	18.028
19	5913	10.512	16054	28.540
20	3333	5.925	19387	34.466
21	2215	3.938	21602	38.404
22	1487	2.644	23089	41.047
23	2057	3.657	25146	44.704
24	2679	4.763	27825	49.467
25	1522	2.706	29347	52.172
26	4605	8.187	33952	60.359
27	3391	6.028	37343	66.388
28	3728	6.628	41071	73.015
29	1589	2.825	42660	75.840
30	4295	7.636	46955	83.476
31	2196	3.904	49151	87.380
32	2377	4.226	51528	91.605
33	1887	3.355	53415	94.960
34	709	1.260	54124	96.220
35	974	1.732	55098	97.952
36	295	0.524	55393	98.476
37	513	0.912	55906	99.388
38	97	0.172	56003	99.561
39	138	0.245	56141	99.806
40	33	0.059	56174	99.865
41	30	0.053	56204	99.918
42	10	0.018	56214	99.936
43	5	0.009	56219	99.945
44	11	0.020	56230	99.964
45	1	0.002	56231	99.966
46	11	0.020	56242	99.986
47	3	0.005	56245	99.991
48	3	0.005	56248	99.996
49	0	0.000	56248	99.996
50	2	0.004	56250	100.000
	56.250	100		

Çizelge No: 1'in ikinci sütunundaki rakkamlar arasında, büyük farkların olduğu, sütun ortasındaki rakkamların çok büyük, baş ve sondakilerin ise çok küçük olduğu görülmektedir. DN değeri 19 olan piksel sayısı 5913'dür. Bunlar çoğunluk bakımından birinci gelmektedirler, ikinciliği 4778 ile, DN değeri 18 olan pikseller almaktadır. DN değeri 16 ile 34 arasında bulunan piksellerin sayısı, toplam piksel sayısı olan 56 250'nin % 90,85'ini oluşturmaktadır. Bu nedenle, Şekil No: 5'deki fotoğrafta genellikle; DN değeri 16 ile 34 arasında bulunan pikseller ve bunların gri tonları görülmektedir.

Çizelge No: 1'in, birinci sütunundaki değerler, yatay ekseninde, ikinci sütundakilerde düşey ekseninde alınarak, bir grafik çizilecek olursa, bir çan eğrisi elde edilir.

Şekil No: 5'de görülen, kontrastı az olan fotoğraf pek yararlı olmadığından, beğenilmez. Bunun yerine, kontrastı fazla olan bir fotoğrafın konulması istenir. Bu amaçla Equalization (Denkleştirme) denilen bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemde, gri tonlarının (kademelerinin), her birine giren piksel sayılarının, birbirine eşit veya yakın olması sağlanmaya çalışılır.



Şekil No: 5

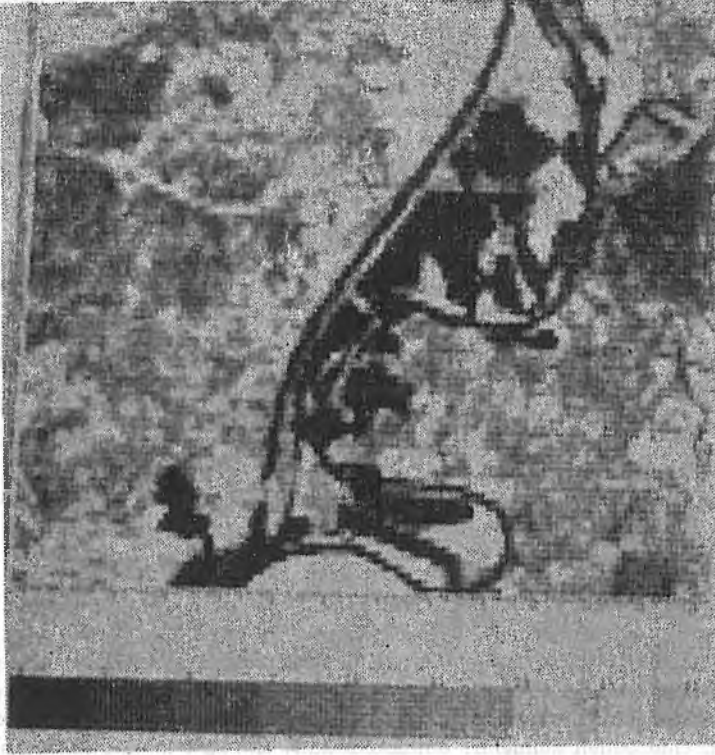
Çizelge No: 1'in, bir ve ikinci sütunlarındaki rakkamlara göre oluşturulan analog (klasik) fotoğraf. Çizelgede, piksellerin büyük çoğunluğunda, DN değerlerinin 16 - 34 arasında bulunduğu görülmektedir. Yukarıdaki fotoğrafta kontrast çok azdır. Piksellerin büyük çoğunluğu, birbirine çok yakın olan gri tonlarında bulunmaktadır. Fotoğrafı kullanacak olan, fazla bir bilgi elde edemez. Fotoğrafın altındaki ıskalada, gri tonlarının karşılığı olan DN değerleri gösterilmiştir. Fotoğrafın kenarındaki rakkamlar, piksellerin X ve Y değerleridir.

Çizelge No: 1'de, her satır bir kademe veya gri tonu olarak kabul edilirse, ortaya 41 tane kademe çıkmaktadır. Bir kaç satır bir kademe içersinde birleştirilerek, az sayıda kademe oluşturulabilir. 10 kademe oluşması ve kademelerdeki piksel sayılarının birbirine eşit olması istenirse; piksellerin toplamı 56250 olduğuna göre, her kademede yaklaşık olarak 5625 tane piksel bulunacak demektir. Diğer bir söyleyişle; Her kademeye piksellerin % 10'u girecek demektir. İlk satırdan başlanarak, 5625 piksel dolduruluncaya kadar satır alınır. Böylelikle birinci kademeye kaç satırın gireceği bulunur. Sekizinci satırın sonuna gelindiğinde 5363 piksel toplanmış olmaktadır. 5625'e ulaşmak için, dokuzuncu satırdan yani DN değerleri 18 olan piksellerden 262 tane almak gerekir. DN değeri 18 olan piksellerin bir kısmını bir kademeye diğerlerini ikinci bir kademeye vermeye olanak yoktur. Tamamının bir kademeye girmesi gerekir.

DN değeri 18 olan piksellerin tamamı birinci kademeye verilecek olursa, birinci kademedeki piksel sayısı 10141'e çıkmaktadır. DN değeri 18 olan piksellerin sayısı 4778'dir. 262 rakkamı bu sayı karşısında çok küçük kalmaktadır. Bu nedenle, dokuzuncu satırda bulunan ve DN değeri 18 olan piksellerin tamamı ikinci kademeye verilir ve birinci kademede, DN değeri 17 ve daha küçük olan 5363 piksel kalır. Tamamı için en koyu gri tonu karşılık olarak alınır. Aynı şekilde diğer kademelere de hangi satırların, diğer bir söyleyişle; DN değerleri kaç olan piksellerin gireceği hesaplanabilir.

Açıklanan bu hesabı kolaylaştırmak amacıyla, Çizelge No: 1'deki son 3 sütun oluşturulmuştur. İkinci sütunda DN değerleri aynı olan piksellerin sayıları bulunmaktaydı, bunlara frekans denilebilir. Üçüncü sütunda, frekansların, piksellerin toplam sayısı olan 56250'e bölünmesinden elde edilen sonuçlar % olarak verilmiştir. Dördüncü sütunda her satırdaki piksel sayısının (frekansın), daha öncekilerle toplanmasından elde edilen sonuçları bulunmaktadır. Bunlara kısaca «Toplam Frekans» denilmektedir. İlk 8 satırdaki piksellerin toplamının 5363, ilk 9 satırdakilerin toplamının 10141 olduğu bu sütunda görülmektedir. Her kademede bulunması gereken 5625 pikselin katlarının, hangi satırlar arasında bulunduğu, bu sütunda kolaylıkla saptanabilir. Bu işlem yapılmış, sonuçlar çizelgenin sağ kenarında oklarla gösterilmiştir. Beşinci sütunda, dördüncü sütundaki değerlerin, piksellerin toplamı olan 56250'e bölümünden çıkan sonuçlar % olarak görülmektedir. % 10 ve katlarının bu sütunda saptanması çok daha kolay olmaktadır. Oklarda buna göre çizilmiştir. Son duruma göre; kademelerdeki satır sayıları veya DN çeşitleri, birbirine eşit değildir. Fakat; piksel sayıları, birbirlerine yakındır. Her kademe için ayrı bir gri tonu belirlenmekte ve onunla gösterilmektedir. Bu işleme yukarıda belirtildiği üzere, Equalization veya «Denkleştirme» denilmektedir. Elektrostatik Plotter aletile taranan fotoğrafların hemen hepsine, denkleştirme işlemi uygulanmaktadır. Alet örneğimizdeki 56250 pikselin DN değerlerini kısa zamanda saptamakta ve Çizelge No: 1'deki gibi gruplara ayırarak vermektedir.

Şekil No: 6'da, Şekil No: 5'deki fotoğrafın Denkleştirme işlemi yapıldıktan sonraki durumu görülmektedir. Şekil No: 5'deki fotoğraf orijinal fotoğraftır, kontrastı azdır. Şekil No: 6'daki fotoğraf, Şekil No: 5'deki orijinal fotoğrafa, Denkleştirme işlemi uygulandıktan sonra elde edilmiştir, kontrastı yüksektir. Kullanacak kimseye çok daha büyük faydalar sağlar.



Şekil No: 6

Şekil No: 5'deki fotoğrafa, Equalization (Denkleştirme) işlemi uygulandıktan sonra elde edilen yeni fotoğraf. Şekil No: 5'deki fotoğraf orijinaldir, kontrastı azdır. Buradaki fotoğraf ise Şekil No: 5'deki fotoğrafın değiştirilmesiyle elde edilmiştir, kontrastı yüksektir. Bu fotoğraf kullanana, Şekil No: 5'deki fotoğraftan daha büyük faydalar sağlar. Denkleştirme işleminin nasıl yapıldığı Şekil No: 7'de, grafik olarak açıklanmıştır.

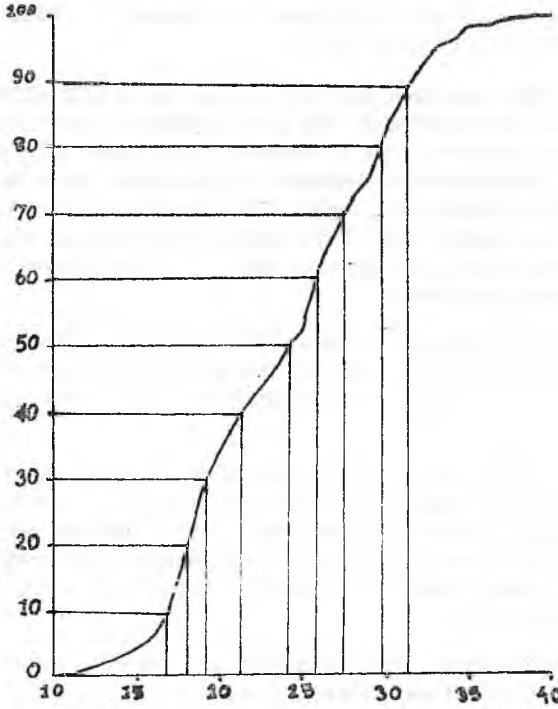
Şekil No: 7'de, denkleştirme işleminin yapılış şekli grafikte açıklanmıştır. Yatay eksen de DN değerleri veya Çizelge No: 1'in, birinci sütunundaki sayılar, dikey eksen de, aynı çizelgenin son sütunundaki sayılar alınarak grafik çizilmiştir. Dikey eksen 10 eşit kademeye bölünmüş ve kademe sınırlarının, yatay eksendeki karşılıkları bulunmuştur. Böylelikle, her kademeye hangi DN değerlerinin girdiği elde edilmiştir. Her kademe için, grinin bir tonu temsilci olarak kabul edilmiş ve orijinal fotoğraftaki pikseller, grinin temsilci tonuna dönüştürülmüştür. Böylelikle Equalization (Denkleştirme) yöntemi uygulanmış ve kontrastı yüksek fotoğraf elde edilmiş olmaktadır. Şekil No: 5 ve 6'yı karşılaştırmız. Denkleştirme yöntemi ve sayısal fotoğrafları, analog fotoğraflara dönüştürme olanaklarından yararlanılarak, fotoğraf kaliteleri yükseltilebilmektedir.

Elektrostatik Plotter aletinin veya dedektörlerin saptadığı DN değerlerinin, en küçüğü ile en büyüğü arasındaki fark çok küçük olursa gri tonları da birbirlerine çok yakın olur. Elde edilecek fotoğrafın kontrastı da küçük olur. Bütün Remote Sensing sistemlerinde, kullanılan dedektörlerin, geniş bir ıskala üzerinde çalışma-

ları, yani saptadıkları en küçük ve en büyük DN değerleri arasındaki farkın büyük olması gerekir. Bu durum gerçekleştirilirken, dedektörün kapasitesinin zorlanmaması gerekir. Dedektörler, tam beyaz ve tam siyah renkler için de birer değer verebilmeli. Örneğin siyah renkli bazalt kayaları ve denizlerdeki buzlar, diğer kütlelerden ayırtedilebilmeli. Çok siyah ve çok beyaza ait değerler, büyük bir iskalanın iki ucunda bulunmalı. Çok zaman, en küçük DN değeri 2 en büyüğü de 255 olmaktadır. Böyle bir iskala ideale çok yakındır. Bununla kontrastı yüksek fotoğraflar elde edilebilmektedir.

### Tonları Aynı Olan Piksellerin, Kademelere Ayrılması ve Belirlenmesi

DN değerleri aynı veya birbirine çok yakın olan piksellerin bir araya getirilerek, kademelerin veya sınıfların (gri tonlarının) oluşturulabileceği yukarıda açık-



Şekil No: 7

Equalization (Denkleştirme) işleminin, nasıl yapıldığını açıklayan grafik. Çizelge No: 1'in birinci sütunundaki DN değerleri yatay eksen, son sütundaki % delerde düşey eksenle alınarak grafik çizilmiştir. Bu grafik, normal çan eğrisine (Gauss eğrisine), dayanılarak çizilen «Toplam Grafiğinin» aynısıdır. Grafik tamamlandıktan sonra, düşey eksen 10 eşit parçaya bölünmüş ve her parçanın yatay eksendeki karşısı bulunmuştur. Böylelikle her gri tonuna (gri kademesine) giren DN değerleri elde edilmiştir. Her kademe için, grinin bir tonu, temsilci olarak kabul edilmiş ve orijinal fotoğraftaki pikseller, bu tona dönüştürülmüştür.

lanmıştı. Örneğin; bir fotoğrafta DN değeri 20 - 30 arasında bulunan pikseller işaretlemlenebilir. Bu işleme «Piksellerin Tonlarına Göre, Kademelere Ayrılması ve Belirlenmesi» denilmektedir. Bu iş bilgisayarlarla çok süratli bir şekilde yaptırılabilir. Bu amaçla geliştirilmiş bilgisayarlar bulunmaktadır.

Bilgisayara «Pikselleri DN değerlerine göre 10'luk kademelere ayır» şeklinde komut verilince, bilgisayar bu işi hemen yapmakta ve sonucu ekranda göstermektedir. Bilgisayara bağlı Printer (Baskı Makinesi) bulunmaktadır. Ekrandaki şeklin baskısı istenirse, özel düğmesine basılmakta ve ekrandaki şekil renkli olarak basılmakta ve çıkmaktadır.

Bilgisayara, «Sadece DN değeri 20 - 25 arasında bulunan Piksellerin belirlenmesi, diğerlerinin işlem dışı bırakılması» şeklinde bir komut verilirse, ekranda bu özellikteki piksellerin fotoğraftaki yerleri görülmektedir. İstenirse baskısı da yapılmaktadır. Örneğin DN değeri 20 - 25 arasında bulunan piksellerin bir bitki türünü veya bir toprak çeşidini gösterdiği, araştırmalarla saptanırsa, bu bitki türünün veya toprak çeşidinin, arazinin nerelerinde bulunduğu kolaylıkla ortaya çıkarılabilmekte ve baskısı da yapılabilir.

Suların bulunduğu yerlerdeki DN değerlerinin çok küçük olduğu, bununda suların ışınları çok az yansıtmasından ileri geldiği yukarıda açıklanmıştır. Şekil No: 5 ve 6'da görülen arazinin nerelerinde su bulunduğunu saptamak amacıyla, «DN değeri 10'dan küçük olan piksellerin belirlenmesi» bilgisayardan istenmiş ve Şekil No: 8 elde edilmiştir. Şekilde siyah olarak gösterilen piksellerin bulunduğu yerlerde, hem temiz hemde kirli su vardır. Şayet temiz suyun kirli sudan ayrırılması istenirse, bilgisayara «DN değeri 5'den küçük olan piksellerin belirlenmesi» şeklinde bir komutun verilmesi yeterli olmaktadır.

Deniz kenarlarında mavinin tonları, DN değerleri yardımıyla saptanmaktadır. Açık mavi olan yerlerde, denize tathı su karışmaktadır. Şayet yüzeyde akar bir su yoksa, toprak altında bir suyun aktığına ve denize karıştığına karar verilmektedir.

Antalya belediyesinin isteği üzere, Hollandalılar 1987 yılında Antalya kıyılarında böyle bir çalışma yaptılar ve kıyının hangi noktalarında toprak altı sularının denizlere karıştığını saptadılar. Bu suları toprak üzerine çıkararak yararlanmak gerekir. Hollandalıların bu çalışmada kullandıkları fotoğraflar, Amerika'lular tarafından atılan Landsat uydusunun çektiği fotoğraflardır. Çalışmayı Hollanda'da konferans olarak anlatılar.

Bir sel baskınında, selin nereleri kapladığı, DN değeri 10'dan küçük olan yerleri belirliyerek kolaylıkla bulma olanağı vardır.

Bilgisayara, Çizelge No: 1'in, ilk iki sütununda bulunan değerleri vererek bir histogram yaptırılabilir. Histogramın yatay ekseninde sıra ile DN değerleri, dikey ekseninde de sayıları (frekansları), birer sütun halinde bulunur. Önce ekranda görülen bu histogramdaki sütunların, birbirlerine yaklaştırılmasını veya uzaklaştırılmasını isteyebiliriz. Uygun düğmelere basılınca, bu iş hemen yapılmaktadır. Daha sonrada sütunların boylarının, uzatılmasını veya kısaltılmasını isteyebiliriz. Bu işler, istediğimiz oranda olmak koşulu ile, derhal yapılmaktadır.





Şekil No: 8

Piksellerin DN değerlerinden yararlanarak, arazide suların bulunduğu yerlerin saptanması. Şekil No: 5 ve 6'daki arazinin nerelerinde su bulunduğunu saptamak amacıyla bilgisayara «DN değerleri 10'dan küçük olan piksellerin bulunduğu yerleri belirle» şeklinde komut verilmiş ve bilgisayarın Printer'inden (Baskı makinesinden) yukarıdaki şekil alınmıştır. Şekil temiz ve kirliliğin yerlerini birlikte göstermektedir. Bilgisayardan DN değerleri 5'den küçük olan yerlerin belirlenmesi istenseydi, temiz suların yerleri bulunmuş olurdu: Bu şeklin elde edilmişindeki yöntem aynen uygulanarak, sel baskınına uğrayan yerler belirlenmektedir. Çok koyu gölge olan yerleri su birikintileriyle karıştırmamak için, biraz dik-katli olmak gerekmektedir.

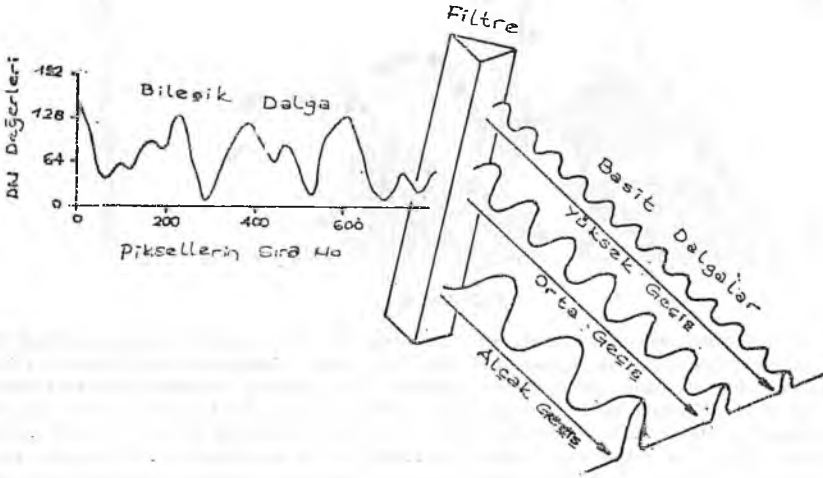
Çizelge No: 1'in ilk iki sütunundaki değerleri, başka bir yerde hesaplayarak verecek değiliz. Bunları da bilgisayar ayrı bir işlemle saptamaktadır. Çizelge No: 1 deki değerlerin tamamı, bilgisayar tarafından hesaplanmış ve yazılarak verilmiştir. Ekrandaki değerleri, biz kalemle yazmıyoruz, Printer basarak veriyor. Çizelge 1'in orijinali Printerden alınmıştır.

Fotoğrafların, bilgisayarlar yardımıyla ve yukarıda açıklanan yöntemlerle, otomatik olarak taranması, sınıflandırılması ve değerlendirilmesi, Remote Sensing tekniğinde büyük faydalar sağlamaktadır.

### Kompleks Dalganın, Bileşkenlerini Saptama (Spatial Filtering)

Landsat uydusunun tarandığı bir ince şerit üzerine sıralanmış olan pikseller, sırasıyla X ekseninde gösterilse ve her piksele ait DN değeri de Y ekseninde alınsa Şekil No: 9'un solundaki grafiğe benzer bir grafik elde edilir. Buradaki grafiğin, basit bir dalgaya ait olmadığı, çok sayıda basit dalganın biraraya gelmesiyle oluşmuş kompleks bir dalga olduğu görülmektedir. Bu kompleks (bileşik) dalga beyaz ışığa aittir, bir prizmadan geçirilerek, kendini oluşturan bileşkelere (renklere) ayrılabilir. Analog yöntemde, kompleks (bileşik) dalgaların, bileşkelere ayrılması işlemi, bir matematiksel işlem olarak tanınmakta, adınada «Spatial Filtering» veya «Filtre Yardımıyla Bileşkelere Ayırma» denilmektedir.

Uygulanan filtreden geçirme işlemi, bileşik dalganın frekansına bağlı olarak, yüksek, orta ve alçak geçişler olmak üzere üç gruba ayrılır. Alçak geçiş filtresi uygulandığında, yüksek ve orta geçiş filtreleri devre dışı bırakılmakta ve düz bir görüntü elde edilmektedir. Bu işleme bazen, «görüntünün düzleştirilmesi» de denilmektedir.



Şekil No: 9

Landsat uydusunun Tarayıcı sisteminden çıkan Bileşik Dalgaların, Filtre yardımıyla Basit Dalgalara dönüştürülmesini gösteren şekil. Taranan bir ince şerit üzerine sıralanmış olan pikseller sırayla yatay ekseninde, DN değerleride düşey ekseninde gösterilse, yukarıdaki şeklin solunda görülen Bileşik Dalgalar elde edilir. Beyaz ışığa ait olan bu dalgalar, bir prizmadan veya filtreden geçirilerek, kendisini oluşturan basit dalgaların (Bileşkelerin), elde edildiği görülmektedir. Basit dalgalar Frekanslarına göre; Yüksek, orta ve alçak geçişler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadırlar. Bu dalgaların biri kullanıldığında diğerleri işlem dışı bırakılmaktadır. Her dalga ile fotoğraf oluşturulabilmektedir, her birinin özelliği başka olmaktadır.

Filtreden geçirme işleminde, birbiri ardısıra duran 3 pikselin DN değerlerinin ortalaması alınarak yeni bir dizi elde edilmektedir. Böylelikle bir düzleştirme yapılmakta, yani birbirine daha yakın DN değerleri elde edilmektedir. Çizelge No: 2 nin birinci satırındaki rakkamlar, piksellerin DN değerlerini, ikinci satırda ve onların ucundaki rakkamlar, 3 komşu pikselin DN değerlerinin toplamını, son satırdakilerde toplamların üçe bölünmesiyle elde edilen rakkamları göstermektedir. Son satırdaki rakkamlar, birinci satırdakilere kıyasla, birbirlerine daha yakındırlar, Sivrillikleri kalkmış ve düzleşmiştirler. Üçten fazla komşu pikselin, örneğin 7 tanenin DN değerlerinin ortalaması alınarak da aynı düzleştirme işlemi yapılabilir. Bu da gene «Alçak Geçiş Filtresi» olur.

Ortalama alma işlemi, aynı satır üzerinde bulunan piksellere uygulanabileceği gibi, satır ve sütunların oluşturduğu dikdörtgenin içersinde kalan piksellere de uygulanabilir. Aşağıdaki  $3 \times 3 = 9$  pikselin DN değerlerinin ortalaması alınarak uygulanan bir «Alçak Geçiş Filtresi» yöntemi görülmektedir.

$$\begin{array}{ccc}
 10 & 8 & 7 \\
 & 9 & 5 & 4 & \text{Ortalama} \\
 & 8 & 7 & 5 & \frac{10+8+7+9+5+4+8+7+5}{9} = 7
 \end{array}$$

şeklinde bulunur ve 9 pikselin ortak DN değeri olur.

Orijinal görüntüde, çok sayıda, düşük kontrastlı obje varsa, Alçak Geçiş Filtresi, çok yararlı olmakta ve objelerin görünmesini sağlamaktadır. Alçak Geçiş Filtresi uygulanırken bulunan ortalama değerler, Orijinal resmin piksellerine ait olan değerlerden çıkartılır ve kalan değerlerle bir resim oluşturulursa, «Yüksek Geçiş Filtresi» uygulanmış olur. Bu filtre uygulandığında, resmin arka planında bulunan objelerden, şeklinde veya mevkiinde pekaz değişiklik olanlar daha az görünür, büyük değişiklik olan ise daha iyi görünür hale gelirler. Düzleştirme işlemi, tarama şeritleri boyunca yani doğu - batı doğrultusunda uygulanınca, kuzey - güney doğrultusunda piksellerin DN değerleri arasında farklar meydana gelmekte ve bu doğrultudaki objeler daha belirginleşmektedir. Benzeri işlem, doğu - batı doğrultusundaki arazi şekillerini daha belirgin hale getirmek amacıyla uygulanabilir.

$$\begin{array}{cccccc}
 10 & & 8 & & 6 & & 8 & & 10 & & 15 \\
 & \searrow & & \swarrow & & \swarrow & & \swarrow & & \swarrow & \\
 & & 24 & & 22 & & 24 & & 33 & & \\
 & & \frac{24}{3} & = & \frac{22}{3} & = & \frac{24}{3} & = & \frac{33}{3} & = & \\
 & & 8 & & 7 & & 8 & & 11 & & 
 \end{array}$$

Çizelge No: 2

Sıralanmış piksellerin, DN değerlerinin üçlü ortalamaları alınarak yapılan düzleştirme işlemi açıklayan şema. Birinci satırdaki rakkamlar, piksellerin DN değerlerinin orijinallerini, ikinci satırda ve onların ucundaki rakkamlar, 3 komşu pikselin DN değerlerinin toplamını, son satırdakilerde, toplamların üçe bölünmesiyle bulunan ortalama değerleri göstermektedir. İki satırdaki sivrillikler, ortalama değerlerde bulunmaktadır. Bu ortalama değerlerle oluşturulan fotoğrafa «Düzleşmiş fotoğraf» denilmektedir. Bu işlem Alçak geçiş filtresi kapsamına girmektedir.

Landsat uydusunun, saptadığı görüntülerdeki piksellerin DN değerleri, saf değildir. Sistemdeki küçük hatalardan ve komşu piksellerden etkilenmiş değerlerdir. Yapılan düzeltme işlemile, bu olumsuz etkiler biraz küçültülmektedir. Düzeltme işlemi şu şekilde de yapılabilir: Bir piksele ait DN değerinin 2 katından, bir evvelki ve bir sonraki piksellerin DN değerlerinin ortalaması çıkarılarak yeni değerler bulunur ve buna göre yeni bir resim oluşturulur. Aynı sonuçlar, bir pikselin DN değerinin 2 katında, bir evvelki ve bir sonraki piksellerin DN değerlerinin yarılı çıkarılarak da bulunabilir. Aşağıdaki hesap bu düşüncenin doğruluğunu kanıtlamaktadır.

$$\bar{S}_p = 2 S_p - \frac{S_{p-1} + S_{p+1}}{2} = 2 S_p - \frac{1}{2} S_{p-1} - \frac{1}{2} S_{p+1}$$

Son yıllarda, açıklanan bu yöntemlere benzeyen bir çok yöntem geliştirilmiş ve uygulamaya konulmuştur.

### SONUÇ

Uydulardan ve uçaklardan çekilen fotoğrafların, kullanacak olan kimsenin isteklerine uygun hale getirilmesi için, bütün dünyada yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan bu çalışmalar sayesinde, çekilmiş fotoğrafların kalitelerini büyük çapta artırma ve kullanacak olanın isteklerine uygun hale getirme olanağı sağlanmıştır. Elimizde bu sonucu kanıtlayan çok sayıda fotoğraf bulunmaktadır, yer azlığı dolayısıyla, bu fotoğraflardan örnekler koyamıyoruz.

Sayısal (Dijital) fotoğrafın, normal (analog) fotoğrafa dönüştürme olanağının sağlanması ve sayısal fotoğraf üzerinde düzeltme yapılabilmesi sayesinde, fotoğraf kalitesini yükseltme olanağı sağlanmış ve bulunan yöntemler geliştirilmiştir. Fotoğraf kalitesini yükseltme olanağına sahip olan ülkelerin, barışta da savaşta da büyük faydalar sağlayacakları kesindir. Bu nedenle, çalışmalara hızla devam edilmektedir.

### KAYNAKLAR

- AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY, 1975. *Manual of Remote Sensing, Vol. I. - Theory, Instruments and Techniques, Falls Church, Virginia, 867 S.*
- AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY, 1975. *Manual of Remote Sensing, Vol. II. - Interpretation, and Falls Church, Virginia, 1275 S. (869 - 2144).*
- CARVER, K., 1982. *The NASA Radar Remote Sensing Program, IEEE Digest 1982, Int. Geosci. Remote Sensing Symposium, Münih, Vol. 1, TP7, S. 1.1 - 1.6.*
- CNES - SPOT Image, *Nouvelles de Spot (Spot Nevwsletter), Nr. 1-2-3-4-5-6-7-8, Toulouse, 1982 - 83 - 84 - 85 - 86.*
- ERDİN, K., 1986. *Fotoyorumlama ve Uzaktan Algılama. İ.Ü. Orman Fak. İstanbul.*
- FISCHETTI, Th., 1982. *NASA Geodynamics Program, IEEE Digest 1982, Int. Geosci. Remote Sensing Symposium, Münih, Vol. 1, TP5, S. 2.1 - 2.5.*

NASA LANDSAT Data Users Handbook, 1976. Doę. No. 76DS4258, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md.

ÖRMECİ, C., 1977. Uzaktan Algılanma ve Türkiye'deki Uygulamaları, (Doęentlik Tezi) Eylül, 147 S.

ÖRMECİ, C., 1987. Uzaktan Algılama. İ.T.Ü. İstanbul.

Remote Sensing for Resource Management (1982) Edited by Johannesn, C.J. and Sanders, J.L., pp. 665. Iowa.

SABINS, F.S., 1978. Remote Sensing, Principles and Interpretation, pp. 426. Freeman, San Francisco.