
SERİ

B

CİLT

37

SAYI

4

1987

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ



UYDU ARACILIĞI İLE ARAZİ İNCELEME

Prof. Dr. Tahsin TOKMANOĞLU¹

K İ s a Ö z e t

Bütün uluslar, araziden bilimsel şekilde yararlanma yollarını öğrenmek ve uygulamak zorundadırlar. Aynı bilgiler savaşlarda da büyük faydalar sağladığından, çok daha fazla önem kazanmaktadır. Landsat uydusu 18 gün ara ile, dünyanın bütün noktalarını taramakta ve elde edilen sonuçlar, isteyen ülkelere gönderilmektedir. Uydunun çektiği fotoğraflardan ve manyetik bantlara doldurulduğu bilgilerden yararlanmak için yeni yöntemler geliştirilmektedir.

Landsat uydusunda 4 ayrı bant bulunmakta ve herbiri ayrı dalga boyundaki ışınlarla tarama yaparak farklı DN değerleri (Digital Number) saptamaktadırlar. Sayısal fotoğraflar üzerinde bulunan DN değerlerinden yararlanılarak, araziler sınıflanabilmekte, büyük çaptaki objeler de saptanabilmektedir.

Landsat uydusundaki 4 banttan, ikili kombinasyonlar yapılarak grafikler çizildiği taktirde, bazı grafikler üzerinde, her arazi tipinin ayrı bir küme oluşturduğu görülür. Bu kümelerden yararlanılarak, arazi sınıflaması yapılmaktadır. Grafikler çizilirken, yatay ekseninde bir bandın saptadığı DN değerleri, düşey ekseninde de ikinci bir bandın, aynı piksel için saptadığı DN değerleri alınmaktadır.

Landsatın uydusundaki 4 banttan üçlü kombinasyonlar yapılarak, uzayda 3 boyutlu grafik çizilebilmektedir. Bu durumda, aynı araziye ait noktalar, 3 boyutlu kümeler oluşturmaktadırlar. Yanına gidilmeyen noktaların, grafikteki hangi kümenin içersine girdiği araştırılarak, arazi sınıflaması yapılabilmektedir.

Arazi parçalarının düz veya eğimli olması DN değerlerini etkilemediği gibi, yamaçların güneşli veya gölgeli olması da etkilememektedir. Fakat; üzerindeki bitki örtüsü çok etkilemektedir. Bu etki DN değerlerinin büyüklüğü veya küçüklüğü şeklinde olmamakta, 2 ayrı banttaki DN değerlerinin, biri yatay diğeri düşey eksen üzerinde alındığında, çıplak araziye ait noktalar çok eğimli, çalılık araziye ait olanlar az eğimli, ormana ait olanlarda yataya yakın durumda doğrular oluşturmaktadır. Bu özellikten yararlanılarak, arazi parçaları, bitki örtüsü bakımından sınıflandırılabilirler.

¹ I.Ü. Orman Fakültesi Orman İnşaatı, Geodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı.

Yayın Komisyonuna Sunulduğu Tarih : 29.2.1988

GİRİŞ

Ekonomisi tarıma dayalı ülkelerin, en önemli doğal kaynakları arazileridir. Bu doğal kaynağı, en verimli şekilde kullanmadıkları sürece, ekonomilerini düzeltmelerine ve kalkınmalarına olanak yoktur. İleri ülkelerde de önce tarım geliştirilmiş sonra sanayiye geçilmiştir. Tarımını geliştirmeden, arazisinden bilimsel şekilde yararlanmayı başarmadan sanayisini kurmuş ve geliştirmiş bir ülke yeryüzünde bulunmamaktadır. Önce işlerin kolay olanları yapılır, deneyim kazanılır, sonra daha zorlarına geçilir. Özet olarak, bütün uluslar araziden bilimsel şekilde yararlanma yollarını, öğrenmek ve uygulamak zorundadırlar. Aksi halde sonları felakettir.

Afrika ülkelerinde açlık çekilmesinin yegane sebebi, araziden nasıl yararlanacağını bilmemeleri, gün geçtikçe verimli arazilerinin verimsizleşmesine ve alanının da küçülmesine sebep olmalarıdır. Hollanda'da katıldığım 2 konferansta Mısır ve Sudan'da çöl arazilerinin nasıl genişlediği, tarım alanlarının hangi oranda küçüldüğü, yıllara bağlantılı olarak açıklandı. Uydulardan çekilen fotoğraflarla bu gerçekler gözler önüne serildi.

Deşhet içersinde kalarak izlediğim bu konferanslarda ve daha sonraki günlerde hep ülkemizi düşündüm, bizde tarım alanları büyüyor mu? yoksa küçülüyor mu? Ayrıca verimdeki değişiklikler hangi yöndedir? Ülkemizin vejetasyon örtüsünde, zamanla nasıl değişimler oluyor?

Bu ve benzeri soruların cevaplarını ya bizler araştırmalıyız veya ileri ülkelerin uzmanlarından istemeliyiz. Arazilerimizin özelliklerini bilmeden bilimsel şekilde yararlanmamıza olanak yoktur.

Arazi incelemek amacıyla atılan Landsat uydularının saptadığı veriler, Amerikalılar tarafından, isteyen her ülkeye gönderiliyor. Dünyanın her noktası 18 gün ara ile bu uydular tarafından taranmaktadır. Önemli olan uydunun saptadığı verilerden nasıl yararlanılacağını bilmektir.

Yüzeysel bir düşünceye göre; uydudan çeşitli fotoğraflar çekilmektedir, bu fotoğraflar incelenerek, şekillerden ve renk tonlarından yararlanarak, arazilerin özellikleri ortaya çıkarılabilir. Ne yazık ki olay bu kadar basit değil. Örneğin; fotoğraf filimleri kızılötesi ışıklardan etkilenmiyor. Kızılötesi ışınlar önce dalga boylarına ayrılarak manyetik bantlara işleniyor, daha sonra fotoğraflara dönüştürülüyor. Çekilen fotoğraflardan istenilen bilgileri alabilmek için, fotoğraflar üzerinde, çok çeşitli değişiklikler yapılıyor. Hangi değişikliğin, hangi faydayı sağlayacağı, önceden bilinmiyor. Aynı değişiklik veya aynı yöntem çeşitli fotoğraflarda farklı sonuçlar veriyor. Eldeki orijinal fotoğrafın, hangi değişiklik yapılarak, kullanacak olanın isteklerine uygun hale getirilebileceği konusu, başlı başına bir araştırmadır. Önce bu araştırmanın yapılarak, uygulanacak değiştirme yönteminin saptanması gereklidir.

Aşağıdaki yazıda, uydudan veya uyduyu yöneten merkezden gönderilen orijinal fotoğraflar üzerinde yapılan değiştirme işlemlerinden bazıları açıklanmaya çalışılmıştır. Orijinal fotoğraflar, alıştığımız klasik fotoğraflar (Analog fotoğraflar) olabileceği gibi, Sayısal fotoğraflar (Dijital fotoğraflar) da olabilmektedir.

SAYISAL FOTOĞRAF YARDIMİLE YAPILAN DEĞİŞMELER

Fotoğraflara bir büyüteçle veya mikroskopla bakılacak olursa, küçük noktardan oluştuğu görülür. Bu noktalara fotoğraf hücresi veya piksel denilmektedir. Her piksel, bir kimyasal olay sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu olayda, film üzerine düşen ışığın çok önemli etkisi olmaktadır. Koyu bir objeden gelen ışınların oluşturduğu pikseller, az ışın aldıkları için koyu renkte, açık renk objeden gelen ışınların oluşturduğu piksellerde, çok ışın aldıklarından açık renkte olmaktadırlar.

Bir pikselin yarısının koyu, diğer yarısının açık tonda olduğu görülmemiştir. Her piksel, aldığı ışığın miktarına göre, bir ton kademesine girmektedir. Piksellerin aldıkları ışınların miktarı «Digital Number» ve DN denilen bir değerle belirlenmektedir. Pikseller veya piksellerin oluşturduğu fotoğraf parçaları, çıplak gözle ton kademelerine ayrılacak olursa, en fazla 5-6 kademe oluşturulabilir. Büyüteç ve Densitometre (Ton kademelerini gösteren ıskala), kullanılacak olursa kademe sayısı en fazla 10'a çıkmaktadır. Fakat Bilgisayardan yararlanılarak DN değerleri sap-tanacak olursa kademe sayısı 250'ye kadar çıkmaktadır.

DN değerleri, bir fotoğraf taranarak saptanabileceği gibi, uydudan veya uçaktan arazi taranarak da saptanabilmektedir. Her iki taramanın sonunda, Sayısal fotoğraf (Digital Fotoğraf) elde edilmektedir. «Sayısal Fotoğraf» isimli yazımızda örnekleri görüldüğü üzere, Sayısal Fotoğraf, sıralar ve sütunlar halinde yazılmış rakkamlardan oluşmaktadır. Rakkamların herbiri bir piksele aittir. Rakkamın bulunduğu yer, pikselin koordinatlarını yani X ve Y değerlerini, rakkamın kendisi de DN değerini yani açıklık koyuluk derecesini gösterir. Açık renklerde DN değeri büyük, koyu renklerde veya tonlarda ise küçüktür. Su birikintileri, ışınları genellikle yuttuğu veya çok az yansıtıkları için, DN değerleri küçüktür, koyu renklerle karıştırma olasılığı bulunmaktadır. Temiz suların DN değerleri, kirli sularinkinden daha küçük olduğundan, birbirlerinden ayırtılabilmektedirler.

Sayısal fotoğrafı, normal fotoğrafa (Analog fotoğrafa) çevirmek veya, tersini yapmak için özel aletler geliştirilmiştir. Sayısal fotoğraf üzerindeki rakkamları değiştirme, sonrada normal fotoğrafa dönüştürme olanağı elde edilmiştir. Bu olanaklardan yararlanarak normal fotoğraflar üzerinde değişiklik yapma ve kullanacak olanın isteklerine daha uygun hale getirme olanakları sağlanmıştır.¹

Bir sayısal fotoğraf üzerindeki sıraların (satırların) ve sütunların, ortalamaları alındığında, fotoğrafın tamamının ortalamasına yakın bir değer çıkması gerekir. Bu özellikten yararlanılarak, hangi sıra veya sütunda hatanın bulunduğu anlaşılabilir. Bilgisayar sayesinde ortalama alma işlemleri, çok süratli şekilde yapılabilmektedir. Kusurlu piksellerin komşularından yararlanarak, kusurlarını düzeltmek veya kullanacak olana daha yararlı hale getirme olanağı bulunmaktadır.

Sayısal fotoğraflardaki rakkamlar değiştirildikçe, ait oldukları piksellerin ton kademeleri de değişmekte ve sonunda farklı özellikte analog fotoğraflar ortaya çıkmaktadır. 1-2-3 no.lu şekiller Landsat uydusunun Tarayıcı sistemindeki 7 no.lu bandı ile elde edilmiş bir sayısal fotoğrafın, bir satırındaki rakkamlar değiştirildiğinde, piksellerin ton kademelerinin nasıl değiştiğini açıklamaktadır.

1 «Uydu Fotoğraflarındaki Kallitenin Yükseltilmesi» isimli yazımıza bakınız. I.Ü. Orman Fakültesi Dergisi.

Adı geçen sayısal fotoğrafın, bir satırındaki (sırasındaki) piksellerin numaraları ve DN değerleri Çizelge No: 1'de görülmektedir.

Çizelge No: 1

Bir sayısal fotoğrafın bir satırındaki piksellerin numaraları ile DN değerlerini gösterir çizelge.

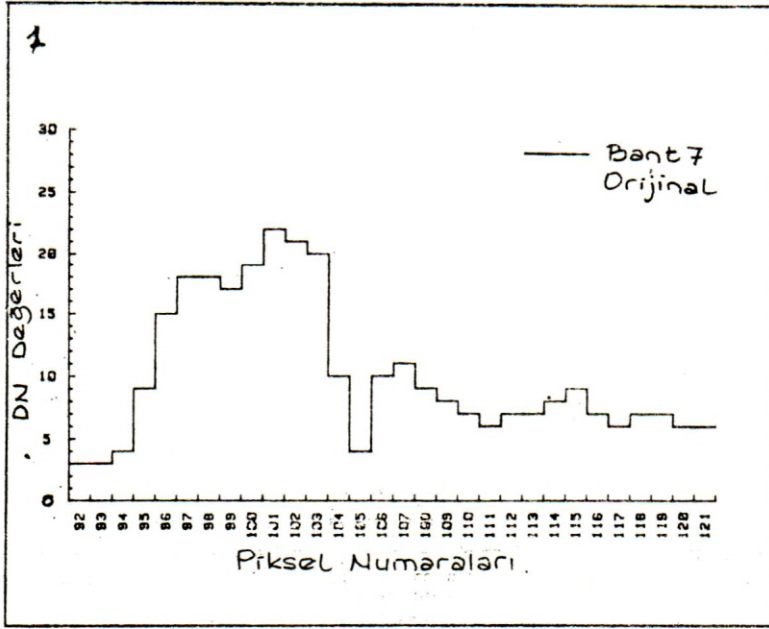
Piksel No.	DN Değeri	Piksel No.	DN Değeri
92	3	107	11
93	3	108	9
94	4	109	8
95	9	110	7
96	15	111	6
97	18	112	7
98	18	113	7
99	17	114	8
100	19	115	9
101	22	116	7
102	21	117	6
103	20	118	7
104	10	119	7
105	4	120	6
106	10	121	6

Piksel numaraları yatay ekseninde, DN değerleride dikey ekseninde alınarak Şekil No: 1'deki grafik elde edilmiştir. Numaralardan da anlaşıldığı üzere, çizelgedeki piksellerin daha öncesi ve daha sonrası da bulunmaktadır. 92, 93, 94 ve 105 no.lu piksellerin DN değerleri çok küçük olduğundan, grafiğin bu noktalarda yatay eksene çok yaklaştığı görülmektedir. Bu noktalar suların bulunduğu yerlerdir. 101, 102, 103 no.lu piksellerin DN değerleri en büyük değerlerdir, sırasıyla 22, 21, 20'dir. Bu noktalarda grafiğin yüksekliklere çıktığı görülmektedir.

Aynı satır üzerindeki pikseller, 3'lü 5'li veya 7'li gruplara ayrılarak ortalamaları alınacak olursa, farklı değerler ortaya çıkar. Buradaki gruplar, birbiri içersine girecek şekilde alınmaktadır. Örneğin 3'lü gruplar yapılacaksa, önce 1-2-3'üncü piksellerin DN değerlerinin ortalaması alınarak 2'nci piksele verilmekte. Daha sonra 2-3-4'üncü piksellerin DN değerlerinin ortalaması alınarak 3'üncü piksele verilmekte ve böylece devam edilmektedir.

7'li gruplarda (kombinasyonlarında), ilk 7 pikselin DN değerlerinin ortalaması alınarak 4'üncü piksele verilmekte, daha sonra 2-8'inci piksellerin DN değerlerinin ortalaması alınarak 5'inci piksele verilmekte, işleme bu şekilde devam edilerek, yeni değerler elde edilmektedir. Bilgisayar bu hesapları da süratle yapmakta, rakkamlarını da grafiğini de süratle çizerek vermektedir. Şekil No: 2'de, hem Şekil No: 1'deki orijinal grafik, hem de 7'li gruplar yardımı ile elde edilen grafik bir arada görülmektedir.

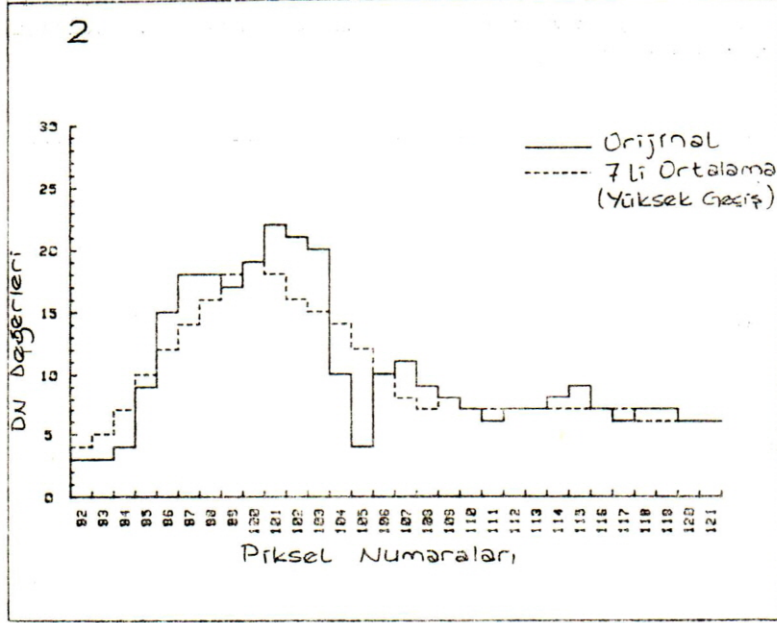
7'li grupların (kombinasyonların) ortalaması alınarak elde edilen grafik, kesik çizgilerle gösterilmiştir. Bu grafikte, orijinaldeki yüksek noktaların alçaldığı, alçak noktalarında yükseldiği, diğer bir deyimle; sivri noktaların törpülediği görülmektedir. Yapılan bu işleme Denkleştirme (Equalization) denilmektedir. Yeni değerlerle bir analog fotoğraf yapılacak olursa, şekil olarak aynı fakat; ton bakımından farklı bir fotoğraf elde edilir.



Şekil No: 1

Çizelge No: 1'deki değerlere dayanılan çizilen grafik. Landsat uydusundaki tarayıcı sistemin 7 no. lu bandı ile elde edilen sayısal fotoğrafın bir satırındaki piksellere verilen numaraların bir kısmı ve DN değerleri, Çizelge No: 1'de bulunmaktadır. Piksel numaraları yatay ekseninde, DN değerleri düşey ekseninde alınarak yukardaki grafik elde edilmiştir. Çizelgedeki DN değerleri, orijinal değerler olduğundan, yukardaki grafikte orijinal grafiktedir. 92, 93, 94 ve 105 no. lu piksellerin DN değerleri çok küçük olduğundan grafikte bu noktalar en alçak nokta olarak görülmektedir. Bu noktalarda su bulunmaktadır. 101, 102, 103 no. lu piksellerin DN değerleri, en büyük olduğundan bu noktalar, grafiğin en yüksek noktalarıdır.

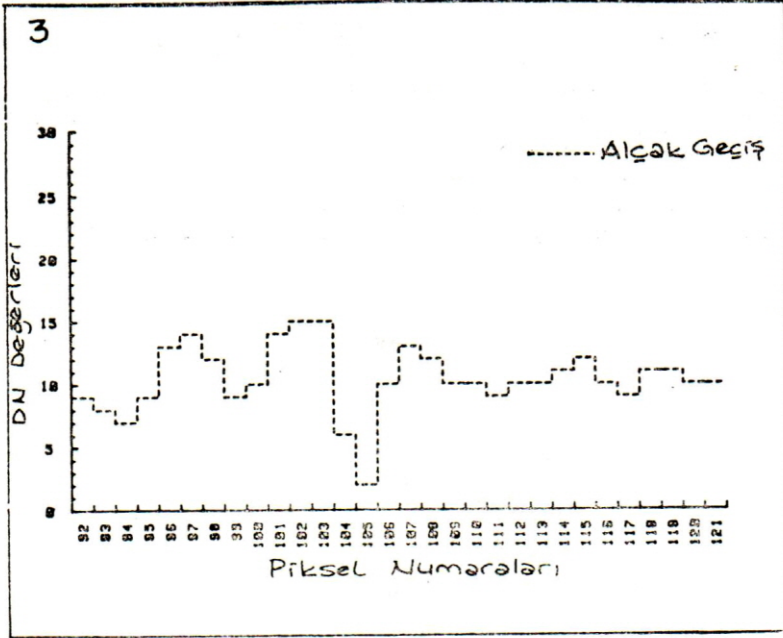
Bir sayısal fotoğraftaki bütün DN değerlerine belirli bir sayı eklenirse açık renkte bir fotoğraf elde edilir. Aynı şekilde belirli bir sayı çıkarılırsa koyu renk fotoğraf elde edilir. Şekil No: 3'deki grafik şu şekilde elde edilmiştir: 3'lü gruplar oluşturulmuş, orijinal değerlerden (Çizelge No: 1'deki değerlerden) çıkartılmış, bulunan sonuçlara 10 eklenmiştir. Bu şekilde elde edilen değerlere dayanılarak analog fotoğraf (normal fotoğraf) yapılacak olursa, ilk iki fotoğraftan çok farklı bir fotoğraf elde edilir. İkinci fotoğrafın ve grafiğın elde edilışinde uygulanan yöntemde «Yüksek Filtre» üçüncü fotoğrafın ve grafiğın elde edilışinde uygulanan yöntemde «Alçak Filtre» denilmektedir.



Şekil No: 2

Çizelge No: 1'deki değerlerin 7'li gruplar halinde ortalamaları alınarak bulunan değerlere ait grafik ile Şekil No: 1'deki grafiği birlikte gösteren şekil. Şekil No: 1'deki sivri noktalar, ikinci grafikte törpülenmiş ve ortalamaya yakın bir duruma getirilmiştir. Ortalama değerlere göre oluşturulan sayısal fotoğraf, normal fotoğrafa (Analog fotoğrafa) dönüştürülürse, farklı bilgiler veren yeni bir fotoğraf ortaya çıkar. Yukarıdaki şekilde, 7'li ortalamaya göre çizilen grafik, kesik çizgilerle gösterilmiştir. Bu grafiğın ve buna bağlı olarak elde edilen analog fotoğrafın elde edilmesi için yapılan işlemlere Denkleştirme (Equalization) denilmektedir. Yapılan işlem sonunda, orijinal fotoğrafa, bir filtre uygulanarak yeni bir fotoğraf elde edilmiş gibi olmaktadır. Bu filtreye (Yüksek Geçiş Filtresi) denilmektedir.

Yüksek ve alçak filtrelerin çok şekilleri uygulanarak, farklı özellikte fotoğraflar elde edilmekte ve kullanacak olanın isteklerine uygun olandan yararlanılmaktadır.



Şekil No. 3

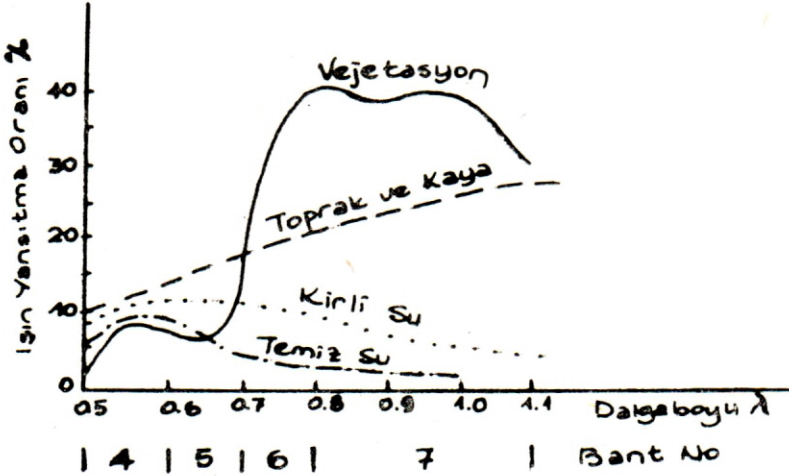
Çizelge No: 1'deki değerlerin 3'lü gruplar halinde ortalamaları alınmış, orijinal değerlerden çıkarılmış ve bulunan değerlere 10 eklenerek yeni DN değerleri elde edilmiş ve sonuçlara göre de grafik çizilmiştir. Yukarıdaki şekil çizilen bu yeni grafiği göstermektedir. Bu şekilde bulunan değerlere göre oluşturulan sayısal fotoğraf (Dijital fotoğraf), normal fotoğrafa (Analog fotoğrafa) dönüştürülürse, daha önceki farklı özellikle yeni bir fotoğraf elde edilmektedir. Bu grafiğin ve buna bağlı olarak elde edilen analog fotoğrafın elde edilen analog fotoğrafın elde edilmesi için yapılan işlemlere Denkleştirme (Equalization) denilmektedir. Yapılan işlem sonunda, orijinal fotoğrafa bir filtre uygulanarak yeni bir fotoğraf elde edilmiş gibi olmaktadır. Buradaki filtreye, Şekil No: 2'dekinden farklı olarak, (Alçak Geçiş Filtresi) denilmektedir.

TARANAN ARAZİNİN SINIFLANDIRILMASI

Taranan arazinin veya fotoğraflarının çıplak gözle sınıflandırılması genellikle yeterli olmamaktadır. DN değerlerinin yorumlanmasında önemli bir problemdir. Landsat uydularında 4 tane kanal veya bant bulunmaktadır. 4, 5, 6 ve 7 şeklinde numaralanmışlardır. Aynı obje veya arazi parçası için, bu bantların verdiği DN değerleri birbirine uymamaktadır. DN değerlerinin ne anlama geldiği ve hangi arazi sınıflarını belirlediği konusu üzerinde, geniş araştırmalar yapılmış ve önemli sonuçlar elde edilmiştir.

Şekil No: 4'deki grafikte, değişik arazi tiplerinin ısı yansıtma oranları görülmektedir. Grafik incelendiğinde oranların, arazi tipine göre değiştiği gibi, yararlanılan ışının dalga boyuna göre de değiştiği görülmektedir. Dalgaboyu 0,8 - 1,1 mikron arasındaki ışınlar kullanıldığında, grafikler birbirinden uzaklaşmaktadır. Diğer dalga boylarında ise, grafikler birbirlerine yaklaşmaktadır. Demekki, dalga boyu

0,8 - 1,1 mikron arasında bulunan ışınlardan yararlanılarak, ışın yansıtma oranları saptanacak olursa, arazi sınıflaması yapılabilecektir. Bu ışınlar, 7 no.lu bandın yararlandığı ışınlar olduğundan; 7 no.lu bantdan yararlanılarak arazi sınıflaması yapılabilecek demektir. Örneğin; dalgaboyu 0,9 mikron olan ışını, % 40 oranında yansıtan arazi parçası, vejetasyon örtüsü ile kaplıdır. % 20 oranında yansıtıyorsa, çıplak toprak veya kayalıktır. % 10 oranında yansıtıyorsa kirli sudur, % 5 oranında yansıtıyorsa temiz sudur denilebilir. 4 ve 5 no.lu bantlar için bu şekilde kararların verilemeyeceği, Şekil No: 4'de görülmektedir. Işın yansıtma oranlarının saptanması zor olduğundan, bu yöntemin uygulanması da zor olmaktadır.



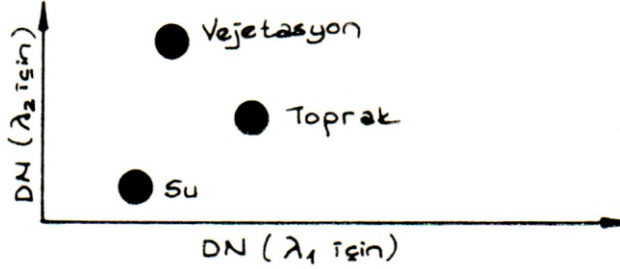
Şekil No: 4

Değişik arazi tiplerinin, ışın yansıtma oranlarını gösteren grafikler. Dalga boyu 0,8 - 1,1 mikron aralığında bulunan ışınlar kullanıldığında, grafiklerin birbirinden uzaklaştığı görülmektedir. Bu özellikten yararlanılarak, arazi parçalarının hangi tipe girdikleri saptanabilir. Örneğin; dalga boyu 0,9 mikron olan ışını % 40 oranında yansıtan arazi parçası, vejetasyonla kaplıdır: % 20 oranında yansıtan çıplaktır, % 10 veya daha küçük oranda yansıtan sudur. Oran küçüldükçe suyun temizlik oranı artmaktadır. Arazi tiplerinin saptanmasında 7 no.lu bandın, diğerlerinden daha yararlı olduğu grafikte görülmektedir.

Aynı obje için çeşitli bantların saptadığı DN değerleri arasında ilişki kurularak, arazi sınıflarını saptama çareleri alınmıştır. Şekil No: 5 böyle bir çalışmanın dayandığı, temel düşünceyi açıklamaktadır. Şekil No: 5'deki grafikte, yatay eksen üzerinde, dalgaboyu λ_1 olan bantla saptanan DN değerleri, düşey eksen üzerinde de, dalga boyu λ_2 olan bantla aynı pikseller için veya aynı arazi tipi için saptanan DN değerleri alınmıştır. Sonunda vejetasyonla kaplı arazi parçalarına ait noktaların bir araya gelerek bir grup oluşturduğu görülmüştür. Aynı şekilde çıplak arazi parçalarının ve su birikintilerinin ayrı gruplar oluşturdukları görülmektedir.

Bu olanağın saptanabildiği yerlerde, bilinmeyen ve yanına gidilmeyen bir arazi parçasının iki bantdaki değerlerinden yararlanılarak, grafikteki yeri bulunursa, 3 gruptan hangisine girdiği belirlenebilecek demektir. Grupların yakınında bulunacak noktalar içinde, özellikleri tam olarak değilse genellikle, yakınındaki gruba uyuyor demektir. Tarım alanı içersinde dağınık köy evleri bulunabilir, bataklık alan,

vejetasyonla örtülü olabilir. Böyle yerlerin noktaları, grafikte iki grubun arasına düşerler.



Şekil No: 5

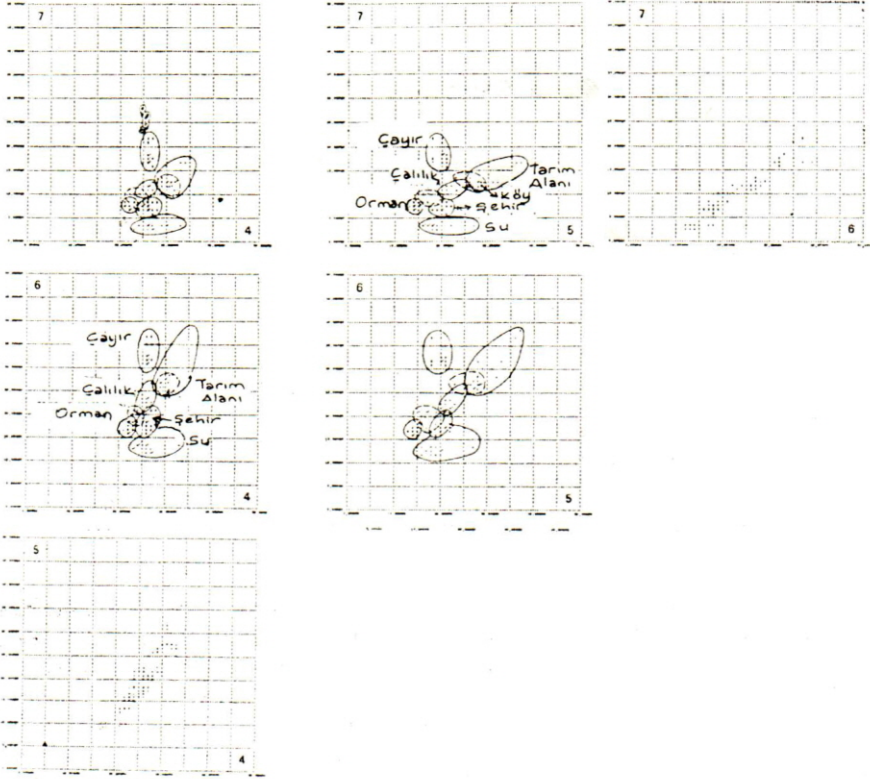
Aynı obje için, iki ayrı bandın saptadığı DN değerleri arasındaki ilişkiden yararlanarak, objenin nasıl saptanabileceğini gösteren şekil. Yatay eksen üzerinde, dalga boyu λ_1 olan ışınlarla saptanan DN değerleri; dikey eksen üzerinde ise aynı objelerin dalga boyu λ_2 olan ışınlarla saptanan DN değeri alınmıştır. Her piksel için bu şekilde bir nokta alındıktan sonra, vejetasyonla kaplı olana ait noktaların bir araya gelerek, bir grup oluşturduğu görülmüştür. Aynı şekilde, çıplak arazi parçalarının ve su birikintilerinin, farklı gruplar oluşturdukları görülmektedir. Gruplar bu şekilde belirlendikten sonra, bilinmeyen ve yanına gidilmeyen bir arazi parçasının, iki bantdaki değerlerinden yararlanarak, grafikteki yeri bulunursa, 3 gruptan hangisine girdiği belirlenebilir.

Şekil No: 6'da, Landsat uydusunda bulunan 4, 5, 6 ve 7 no.lu bantların Şekil No: 5'deki gibi ikişer ikişer karşılaştırılmaları sonunda elde edilen noktalar ve gruplar görülmektedir. Şekildeki 7 grafikten, üst sırada bulunan 3 tanenin yatay eksenlerinde, 4, 5, 6 no.lu bantlarla saptanan DN değerleri, dikey sütunlarında ise 7 no.lu bantla, aynı objeler için bulunan DN değerleri alınarak noktalar bulunmuştur. Sol üstte ve yukarı ortadaki grafiklerde grupların oluştuğu, sağ yukarıdaki grafikte ise oluşmadığı, noktaların birbirleri içersine girdiği görülmektedir. Demekki; sol yukarıdaki grafiği oluşturan 4 ve 7 no.lu bantların kombinezonu ile ortadaki grafiği oluşturan 5 ve 7 no.lu bantların kombinezonu, arazi sınıflarının saptanmasında kullanılabilir fakat, sağ yukarıdaki grafiği oluşturan 6 ve 7 no.lu bantların kombinezonu kullanılamayacak.

Şekil No: 6'daki grafiklerden, orta sırada bulunanların her ikisinde de grupların oluştuğu görülmektedir, buna göre; bu grafikleri oluşturan 4 ve 6 no.lu bantların kombinezonu ile 5 ve 6 no.lu bantların kombinezonu, arazi sınıflamasında kullanılabilirlerdir. Alt sırada bulunan tek grafikte, gruplar oluşmamıştır, noktalar birbiri içersine girmişlerdir. Demekki 4 ve 5 no.lu bantların oluşturduğu kombinezon, arazi sınıflarının saptanmasında kullanılamayacaktır.

Landsat uydusundaki bantların ikili kombinezyonlarından, Şekil No: 6'daki grafikler elde edildikten sonra üçlü kombinasyonların yapılması olanakları araştırılmıştır.

Şekil No: 7'de görüldüğü gibi, uzayda birbirine dik 3 eksen alınmış ve yatay eksenler üzerinde 4 ve 5 no.lu bantların, aynı pikseller için saptadığı DN değerleri, dikey eksen üzerinde de 6 no.lu bantın aynı pikseller için saptadığı DN değerleri alınmıştır. Böylelikle uzayda, her piksel için bir nokta elde edilmiştir. Bu noktala-

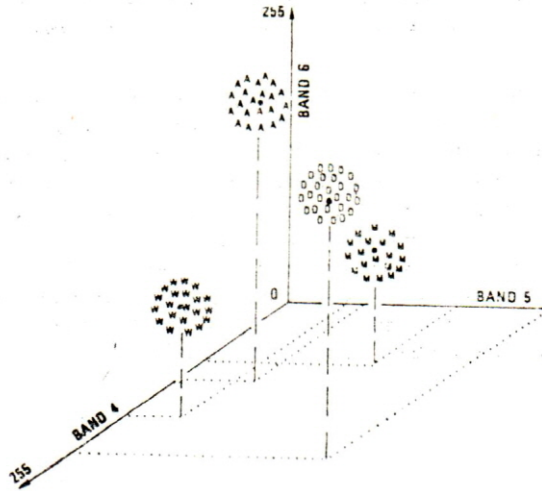


Şekil No: 6

Landsat uydu görüntüsünde bulunan 4, 5, 6 ve 7 no. lu bantların, Şekil No: 5'deki gibi ikili gruplar (ikili kombinasyonlar) oluşturularak çizilen grafiklerindeki noktaların ve grupların yerlerini gösteren şekil. Üst sıradaki grafiklerde 4, 5, 6 no. lu bantlarla saptanan DN değerleri yatay eksenlerde, aynı objeler için 7 no. lu bantla saptanan DN değerleride düşey eksenlerde alınmıştır. Sol üst ve yukarı ortadaki grafiklerde grupların oluştuğu, sağ yukarıdakinde ise oluşmadığı görülmektedir. Orta sıradaki grafiklerde 4 ve 5 no. lu bantlarla saptanan DN değerleri yatay eksenlerde, 6 no. ile saptananlar ise düşey eksenlerde alınmıştır. Bu grafiklerde de grupların oluştuğu görülmektedir. Altındaki grafik 4 ve 5 no. lu bantlarla yapılmıştır, grupların oluşmadığı görülmektedir. Buradaki grafiklerden elde edilen sonuçlara göre; 6-7 ve 4-5 no. lu bantlarla oluşturulan grafikler yardımıyla, arazi sınıflaması yapılamaz, diğer bantlarla yapılan grafiklerle arazi sınıflaması yapılabilir. İkili kombinasyonların yepsinin yararlı olmadığını görülmektedir.

rın, her arazi cinsi için bir küme (üç boyutlu küme), oluşturması halinde, yanına gidilmeyen arazi parçalarının hangi gruba gireceğini saptama olanağının bulunabileceği kanısına varılmıştır.

İkili kombinasyonlarda olduğu gibi, üçlü kombinasyonlar için de, taranan arazi için örnekler hazırlamak ve hangi kombinasyonun yararlı olacağını araştırmak ve ondan yararlanmak gerekir. Koşullar, özellikle hava koşulları değiştikçe, örnekler ve kümelerde değişmektedir. Her uçuş için ayrı örnekler hazırlanmalıdır.



Şekil No: 7

Landsat uydusunda bulunan 4, 5, 6 ve 7 no. lu bantlar yardımıyla, üçlü kombinasyonlar kurularak oluşturulan üç boyutlu grafiklerden bir tanesini gösteren şekil. Uzayda birbirine dik 3 eksen alınmış ve yatay eksenler üzerinde 4 ve 5 no. lu bantların aynı pikseller için saptadığı DN değerleri, dikey eksen üzerinde de 6 no. lu bantın aynı pikseller için saptadığı DN değerleri alınmış ve uzayda her piksel için bir nokta bulunmuştur. Bulunan noktaların, arazi sınıflarının her biri için ayrı bir küme (üç boyutlu küme) oluşturması halinde, yanına gidilmeyen arazi parçalarının hangi sınıfa gireceği saptanabilir. Aynı grafik bütün uçuşlarda kullanılamaz, koşullar farklı olduğundan, her uçuş için ayrı grafik çizilmesi gereklidir.

Şekil No: 7'deki A harflerinin oluşturduğu küme tarım alanlarını, D harflerinin oluşturduğu çölleri, M harflerinin oluşturduğu dağlık araziye, W harflerinin oluşturduğunda suları göstermektedir.

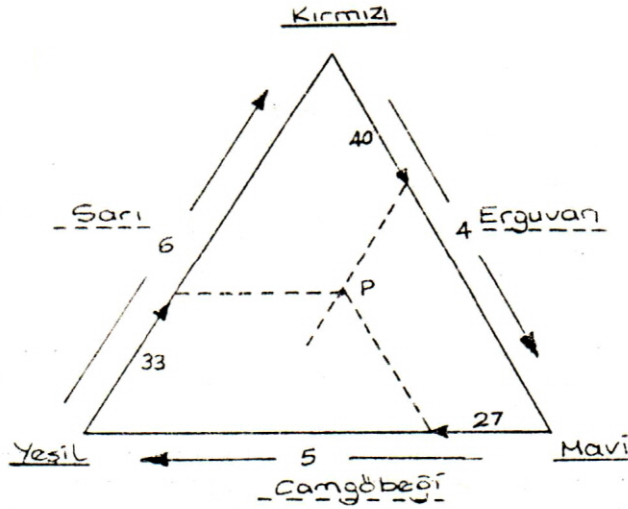
Uzayda üç eksen olarak, noktaların yerlerini saptamak, kümelerin oluşup oluşmadığını araştırmak çok zor bir iştir. Bu zorluğu yenmek amacıyla, Şekil No: 8'de görülen Eşkenar üçgen şeklindeki grafikten yararlanma yoluna gidilmiştir. Kenarlardan her biri 100 eşit parçaya bölünmüş ve sıfırdan başlanarak numaralanmıştır. Numaraların büyüme yönleri, kenarlar üzerindeki oklarla belirlenmiştir. Üçgenin sağ kenarı 4 no. lu banda, alt kenarı 5 no. lu banda, sol kenarında 6 no. lu banda ayrılmıştır.

4 no. lu bant, Şekil No: 4'de görüldüğü üzere; dalgaboyu 0,50 - 0,6 olan ışınlardan yararlanmaktadır. Dalgaboyu 0,50 mikron olanlar mor rengi, 0,55 olanlar Erguvanı, 0,60 olanlarda Mavi rengi vermektedirler. Bu nedenle Şekil No: 8'deki üçgenin sağ kenarına Erguvan ve mavi sözcükleri yazılmıştır.

5 no. lu bant, dalgaboyu 0,6 - 0,7 mikron olan ışınları kullanmaktadır. Dalgaboyu 0,65 mikron olanlar cam göbeği rengini, 0,70 olanlarda yeşil rengi vermektedir. Bu nedenle Şekil No: 8'deki üçgenin, alt kenarının ortasına cam göbeği; sol ucuna da yeşil sözcükleri yazılmıştır.

6 no.lu bant, dalgaboyu 0,7 - 0,8 mikron olan ışınları kullanmaktadır. Dalga boyu 0,75 mikron olanlar sarıyı, 0,80 olanlarda kırmızıyı vermektedir. Bu nedenle Şekil No: 8'deki üçgenin, sol kenarının ortasına sarı, yukarısına da kırmızı sözcükleri yazılmıştır.

Piksellerin 4, 5, 6 no.lu bantlar tarafından saptanan DN değerlerinden yararlanılarak, üçgenin içersindeki yerleri bulunmaktadır. Bu grafik yardımıyla, üç boyutlu ortamdan uzaklaşmakta ve bir düzlem üzerinde çalışılmaktadır. Bantların saptadığı DN değerlerinden yararlanılarak, her banda ait parlaklık oranı saptanmakta toplamlarının 100 olması sağlanmakta, daha sonrada üçgen kenarları üzerinde sırayla alınmaktadır. Kenarlar üzerinde bulunan noktalardan, şekildeki oklar dikkate alınarak bir önceki kenara paralel çizilmektedir. Çizilen paraleller, bir noktada birleşmekte ve piksele ait noktanın yerini belirlemektedir. 3 kenar üzerinde alınan parlaklık oranlarının toplamının 100 olması sağlandığından, çizilen 3 paralel çizgi bir noktada kesişmektedir, aksi halde kesişmezler.



Şekil No: 8

Aynı piksel için, 3 ayrı bantın saptadığı DN değerlerinden yararlanılarak, her pikseli bir nokta ile göstermeye yarayan grafik. Şekil No: 7'deki noktalar uzayda bulunmasına ve 3 boyutlu kümeler oluşturmasına karşılık, burada noktalar bir düzlem üzerinde gösterilmekte ve 2 boyutlu kümeler oluşmaktadır. Şekil No: 6'daki grafiklerin 2 banttan oluşmalarına karşılık, yukardaki grafik 3 banttan oluşmaktadır. Şekildeki P noktasının ışın yansıtma oranı 4 no.lu bantta % 40, 5 no.lu bantta % 27, 6 no.lu bantta da % 33'dür. Oranların toplamı % 100'dür. Kenarlar üzerinde alınan oranlardan, bir evvelki kenara paraleller çizilerek, P noktası bulunmuştur. P noktası 2 no.lu çizelgede birinci satır olarak gösterilen noktadır ve çam ormanına aittir. Oranların toplamı % 100 olmazsa, çizilen paraleller, bir noktada kesişmezler.

Bir örnek olarak şekildeki P noktasının yerinin nasıl bulunduğunu görelim :

Çizelge No: 2'de, 4, 5, 6 no.lu bantların 6 arazi tipinden algıladığı ikişer piksele ait DN değerleri bulunmaktadır. Toplam piksel sayısı 12 olduğundan, çizelge-

de de 12 satır bulunmaktadır. Birinci sütunda 6 arazi tipinin isimleri ikincide piksellerin numaraları 3, 4, 5'inci sütunlarda sırasile; 4, 5, 6 no. lu bantların saptadığı DN değerleri, altıncı sütunda da bu değerlerin toplamları bulunmaktadır. Her bantın saptadığı DN değeri toplama bölünerek bir oran bulunmuş ve 7, 8, 9 no. lu sütunlardaki yerine yazılmıştır. Örneğin; birinci satırdaki çam ormanına ait piksel için 4 no. lu bant DN=21 rakkamını vermiştir. Bu rakkam altıncı, sütundaki 52'ye bölünerek % 40 bulunmuş ve yedinci sütundaki yerine yazılmıştır. Çizelgedeki diğer rakkamlar da aynı şekilde bulunmuşlardır. Son sütunun, her satırındaki rakkamların toplamının 100 olması, hesapların doğru yapıldığını kanıtlamaktadır.

Çizelge No: 2

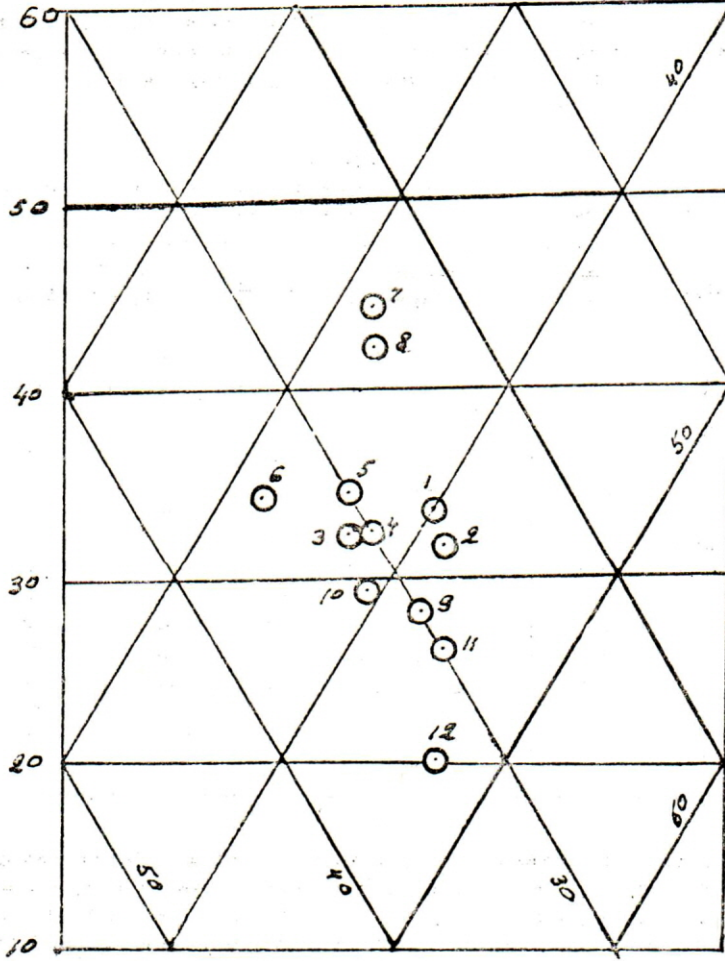
4, 5, 6 no. lu bantların, 6 değişik araziden algıladığı ikiye piksele alt DN değerleri ve bu değerlerden yararlanılarak hesaplanan, ışın yansıtma oranlarını gösterir çizelge.

Arazi Tipi	Piksel No.	Bantların DN Değerleri			Toplam	Bantlardaki DN Değerlerinin Toplam DN'e Oranı %		
		4	5	6		4	5	6
Çam ormanı	1	21	14	17	52	40	27	33
Çam ormanı	2	22	14	16	52	42	27	31
Çalılık	3	26	22	22	70	37	31	32
Çalılık	4	27	21	23	71	38	30	32
Tarım alanı	5	33	28	32	93	36	30	34
Tarım alanı	6	33	35	35	103	32	34	34
Çayır	7	27	21	37	84	32	24	44
Çayır	8	27	21	35	83	33	25	42
Şehir	9	28	20	19	67	42	30	28
Şehir	10	24	20	18	62	39	32	29
Su	11	24	16	14	54	44	30	26
Su	12	27	19	12	58	47	33	20

Son 3 sütundaki rakkamlara, ışın yansıtma oranları demek yanlışdır. DN değerinin büyüklüğü, pikselin o bantta daha parlak veya daha açık renkte görüldüğünü belirlemez. Toplam DN değerrinin yüzde kaçının 4 no. lu bantta, yüzde kaçının da 5 ve 6 no. lu bantlarda olduğunu gösteren oranlar bulunmakta ve her pikselin Şekil No: 8'de görülen grafikteki yeri bunlara göre belirlenmektedir.

Şekil No: 8'deki grafiğe yerleştirilen noktalar, her arazi tipi için ayrı bir küme oluşturursa, yanına gidilmeyen arazi parçalarının hangi sınıfa girdiğinin saptanması, böylelikle sağlanabilir. Çok sayıda noktanın yerleştirilebilmesi için, grafiğin yeterli büyüklükte alınması gerekir. Üçgen kenarları istenilen büyüklükte alınarak 100 eşit parçaya bölünür ve her kenarda sıfırdan başlanarak oklar yönünde büyüyecek şekilde numaralanır.

Şekil No: 9'da, Şekil No: 8'deki üçgenin büyütülmüşünün orta kısmı görülmektedir. Kenarları 30 cm olan bir eşkenar üçgen çizilmiş ve kenarlar 100 eşit kısma bölünmüştür. Her birimin uzunluğu 3 mm. olmuş, yukardaki noktadan başlanarak, saat yönünde dönülerek, her kenara sıfırdan 100'e kadar numaralar verilmiştir. Grafik bu şekilde hazırlandıktan sonra, Çizelge No: 2'deki değerlere göre her piksel



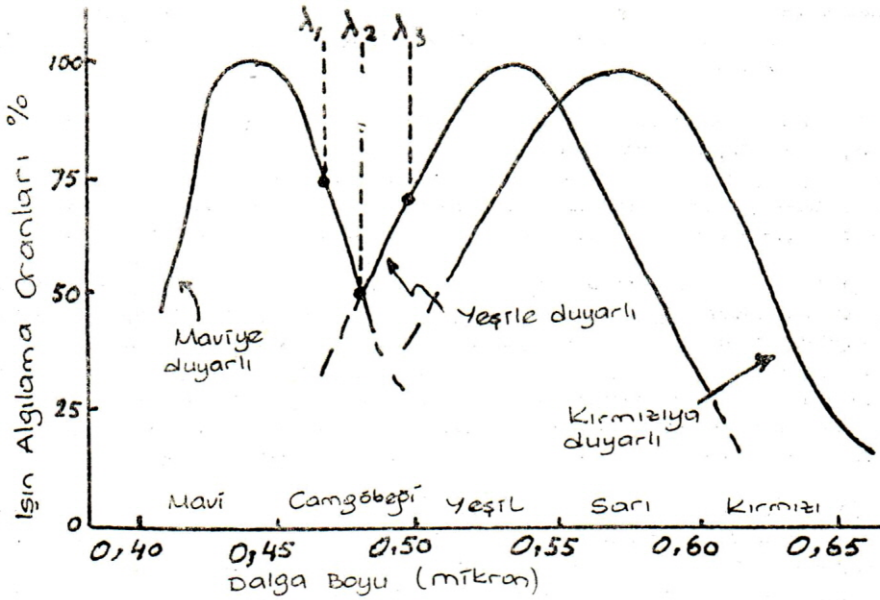
Şekil No: 9

Şekil No: 8'deki üçgenin büyütülmüşünün orta kısmını gösteren şekil. Kenarları 300 mm. olan bir eşkenar üçgen çizilmiş ve her kenar 100 eşit parçaya bölünmüştür: Her birimin uzunluğu 3 mm. olmuş ve bir köşeden başlanarak, saat yönünde dönülerek, her kenara sıfırdan 100'e kadar numaralar verilmiştir. Grafik bu şekilde tamamlandıktan sonra, Çizelge No: 2'deki değerlere göre; her piksel için bir nokta bulunmuş ve üzerine numarası yazılmıştır. Fazla yer tutmaması için, şeklin sadece noktalarının bulunduğu kısım yukarıya alınmıştır. Buradaki 1 no. lu nokta, Şekil No: 8'deki P noktasıdır ve çam ormanına aittir. Nokta sayısı az olduğundan kümeler oluşmamıştır. Kümelerin oluşması için, her kümede ortalama 10 nokta, toplam olarak 60 noktanın alınması gerekir. Yukarıdaki grafiği Şekil No: 6'deki grafiklerle karşılaştırınız.

için bir nokta bulunmuş ve üzerine numarası yazılmıştır. Fazla yer tutmaması için üçgenin tamamı şekle alınmamış, sadece noktaların bulunduğu kısım alınmıştır. Şekil No: 9'daki I no.lu nokta, Şekil No: 8'deki P noktasıdır. 1 ve 2 no.lu noktalar, birbirine yakındır ve çam ormanına aittirler. Aynı şekilde 3 ve 4 no.lu noktalar da birbirlerine yakındır ve çalılık araziye aittirler. Nokta sayısı az olduğundan, kümeler oluşmamıştır.

Şekil No: 9'da kullanılan bantlar 4, 5, 6'dır. Aynı şekilde 4, 5, 7-4, 6, 7-5, 6, 7 kombinezonları yapılarak grafikler çizilebilir, hangisinde kümelerin daha belirgin olduğu araştırılabilir, varılan sonuca göre de arazi sınıflaması yapılır. Arazi sınıflamasında uygulanan tekniklerin en modernini budur, objektif sonuç vermektedir.

Fizyolojik olaylara dayanılarak renk teorisi kurulmuştur. İnsan gözü, ışığa nasıl algılıyor? nasıl görüyor? Gözde, koni şeklinde ışığa karşı çok duyarlı, 3 tabaka bulunmaktadır. Bunlara «Algılayıcı» da denilebilir, herbiri şu 3 renkten birine



İnsan gözünde bulunan, ışığa duyarlı 3 koninin, özelliklerini gösteren şekil. Buradaki konilere, algılayıcı sistemlerde denilebilir. Yukardaki grafiklerde yatay eksen, göze gelen ışınların dalga boylarını, düşey eksen, gelen ışınların hangi oranda algılandığını göstermektedir. Soldaki koni dalgaboyu 0,40 - 0,50 mikron olan ışınları algılamaktadır. 0,40 - 0,45 mikron olanlar mavi, 0,45 - 0,50 mikron olanlarda Camgöbeği rengini vermektedirler. Ortadaki koni dalgaboyu 0,45 - 0,62 mikron olan ışınları, sağdaki koni de dalgaboyu 0,50 - 0,60 mikron olan ışınları algılamaktadır. Şekilde dalgaboyu $\lambda_1=0,48$, $\lambda_2=0,49$, $\lambda_3=0,50$ mikron olan 3 ışın işaretlenmiştir. Bunlardan birincisi soldaki, üçüncüsü ortadaki konilere girmekte sırasıyla mavi ve yeşil renklere ait olmaktadır. İkinci ışın her iki koniyede girmekte ve cam göbeği rengini vermektedir. Bu rengi görebilmemiz için, doğadan daima dalga boyu 0,49 mikron olan ışınların gelmesi şart değildir. Dalgaboyu 0,48 ve 0,50 mikron olan ışınlar gelse, beynimiz onları birleştirerek, dalgaboyu 0,49 mikron olan cam göbeği rengini oluşturmaktadır. Şekildeki koniler, Tarayıcı sistemlerdeki bantlar gibi iş görmekte ve onların yerlerini almaktadırlar.

karşı duyarlıdır: Mavi, yeşil ve kırmızı. Bu renkler Şekil No: 8'deki üçgenin kenarlarında gösterilmiştir. Şekil No: 10'da 3 algılayıcının duyarlı olduğu ışınların dalgaboyları ve algılayabildikleri ışınların oranları görülmektedir. Örneğin; dalgaboyu 0,41 mikron olan ışınların % 50'sini algılayabildiği halde, 0,44 mikron olanların tamamını yani % 100'ünü algılamaktadır.

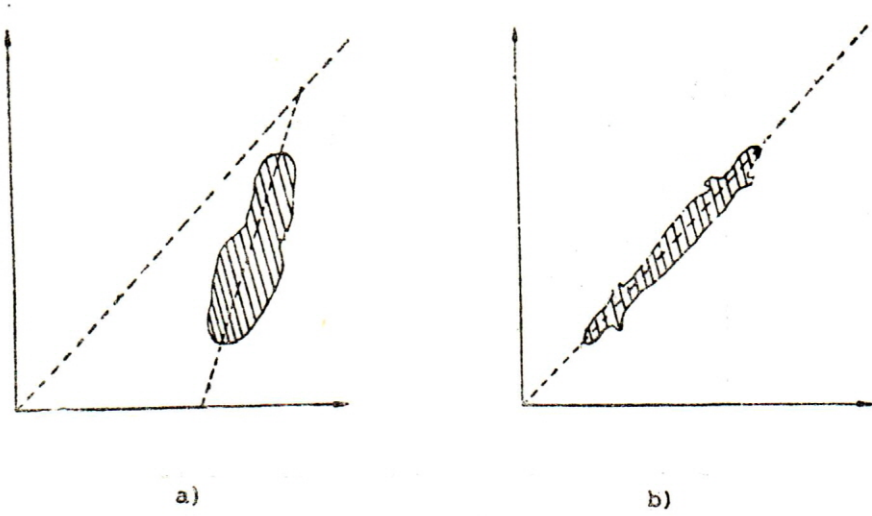
Şekil No: 10'daki 3 tane koninin ortak alanlarının bulunduğu görülmektedir. Ortak alanlara giren ışınlar, 2 algılayıcı tarafından saptanmaktadır. İnsan beyni, 2 algılayıcının gönderdiği 2 ayrı ışını veya rengi, birleştirerek yeni bir renk elde etmektedir. Şekilde dalga boyları $\lambda_1=0,48$, $\lambda_2=0,49$ ve $\lambda_3=50$ mikron olan 3 tane ışın, işaretlenmiştir. Doğadan, gözlerimize dalga boyu $\lambda_2=0,49$ mikron ışınlar gelirse, biz bunları cam göbeği renginde yani; mavi ve yeşil arası bir renk olarak görürüz. Şayet gözümüze dalga boyu $\lambda_1=0,48$ ve $\lambda_3=0,50$ mikron olan 2 ışın gelirse, beynimiz bunları birleştirerek, dalga boyu 0,49 mikron olan bir ışın meydana getirmekte ve gene cam göbeği renginde görmemizi sağlamaktadır. Özet olarak; Cam göbeği rengini görebilmemiz için, doğadan daima, dalgaboyu 0,49 mikron olan ışınların gelmesi şart değildir. Ortalaması 0,49 mikron olan 2 ayrı ışının gelmesi de yeterlidir. İki ayrı yerde, aynı rengi gördüğümüzde, aynı ışınların gözümüze geldiğini söyleyemeyiz.

Güneşin ufka yakın olduğu zamanlarda çekilen fotoğraflarda, küçük sırtların ve tepelerin gölgeleri görülmekte, böylelikle varlıkları belli olmaktadır. Bunun olabilmesi için, güneşin yükseklik açısının 15 dereceden daha az olması gerekir. Aynı açı 30 dereceye çıktığı zaman, orta yükseklikteki sırt ve tepelerin gölgeleri görülmekte, küçüklerinki görünmemektedir. Güneş yükseldikçe gölgeleri küçülmemektedir.

Şekil No: 11'deki grafiklerin her ikisinde aynı yere aittirler ve aynı bantlarla yapılan taramalar sonunda elde edilmişlerdir. Fakat taramalar, farklı mevsimlerde yapılmıştır. Her iki şekildedeki piksel sayısı veya nokta sayısı aynı olduğu halde taranmış olanlar; farklı görülmektedir, fakat; büyüklükleri aynıdır. Her iki şekilde de noktalar, birer doğrunun etrafında toplanmaktadırlar, bu doğrulara «Regresyon Doğruları» denilebilir. Regresyon doğrularının, eğimleri arasında fark bulunduğu görülmektedir. Mevsim farkı, regresyon doğrularının eğimini değiştirmiştir.

Şekil No: 12'de, mısır ve soya fasülyesi tarlalarında, büyüme mevsimi boyunca 2 bantla yapılan taramalardan elde edilen DN değerleri yardımıyla çizilen grafikler görülmektedir. Şekil No: 11'de olduğu gibi, burada da, yatay ekseninde birinci bandın saptadığı DN değerleri, düşey ekseninde de ikinci bandın aynı pikseller için saptadığı DN değerleri bulunmaktadır. Mısır ve soya fasülyelerinin birbirine paralel eğriler çizdikleri görülmektedir. Şekil No: 11'deki grafikler, Şekil No: 12'deki eğrinin küçük bir parçasını göstermektedirler. Çünkü birer günde çekilen fotoğraflardan elde edilmişlerdir. Şekil No: 12'deki grafik 140 günlük çalışmanın sonucudur. Mevsimlerin ve güneşin durumunun, uydu aracılığı ile elde edilen fotoğraflar üzerinde böyle etkileri vardır.

Şekil No: 13'de, birbirinin benzeri 3 tane sırt görülmektedir. A ile gösterilen soldaki sırtın üzeri çıplak, B ile gösterilen çalı ile C ile gösterilende ormanla kaplıdır. Her 3 sırtın sağ yamaçları, güneşe baktığından çok aydınlık, sol yamaçları gölgeli, tepeleri de düzlüktür. Tepedeki düzlüklere güneş ışınları eğik geldiğinden,



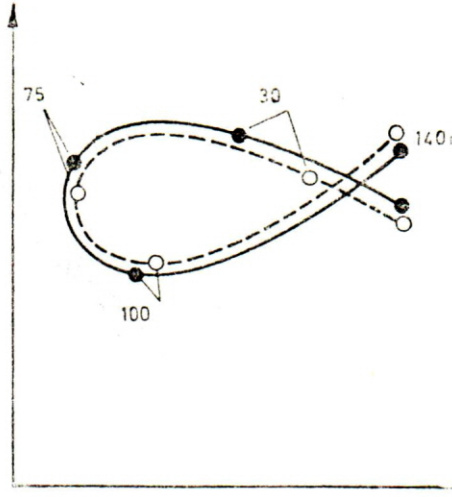
Şekil No: 11

Farklı 2 mevsimde, aynı yerin 2 ayrı bantla taranması sonunda elde edilen DN değerlerinden yararlanılarak çizilen 2 grafik. Her iki grafikteki piksel sayısı veya nokta sayısı aynı olduğu halde, taranmış olanların farklı olduğu görülmektedir. Şekiller farklıdır fakat büyüklükler aynıdır. Her iki şekilde de, noktalar birer regresyon doğrusu etrafında toplanmışlardır. Yatay eksenlerde bir bantın saptadığı DN değerleri, düşey eksenlerde de ikinci bantın, aynı pikseller için saptadığı DN değerleri alınmıştır. Her iki grafikte, birer günlük taramalar sonunda elde edilen bilgilere dayanılarak çizilmişlerdir:

sol ve sağdaki yamaçların ortalaması kadar aydınlanmaktadır. Her 3 sırtta, 3'ü sol yamaçta, 3'ü tepede, 3'ü de sağ yamaçta olmak üzere 9'ar tane örnek piksel alınmış ve farklı 2 bant ile taranarak, DN değerleri saptanmıştır.

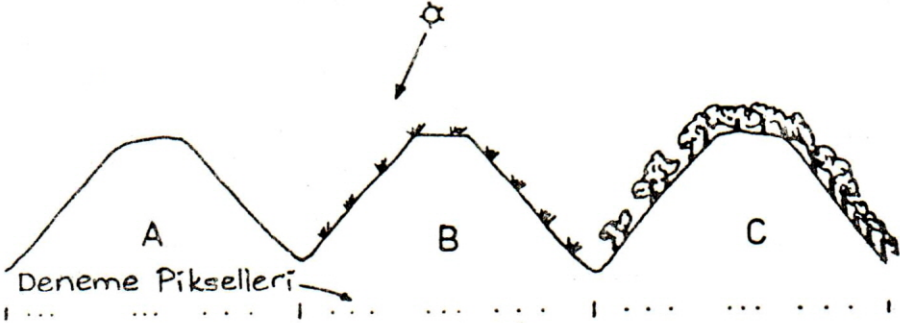
Şekil No: 14'de, Şekil No: 13'deki sırtlarda alınan deneme piksellerine ait DN değerleriyle çizilen grafikler görülmektedir. Yatay eksenlerde, birinci bantın saptadığı DN değerleri, düşey eksenlerde de ikinci bantın saptadığı DN değerleri alınmıştır. A sırtına ait 9 noktanın bir doğru üzerine, B sırtına ait olanların ikinci bir doğru üzerine, C sırtına ait olanların da üçüncü bir doğru üzerine sıralanmış oldukları görülmektedir. Sırtlar arasındaki yegane fark, üzerlerindeki bitki örtüsüdür. Demekki; bitki örtüsü, noktaların ayrı doğrular üzerinde yer almasına sebep olmaktadır. Örnek pikseller yardımıyla, doğrular çizildikten sonra; yanına gidilmeyen yörelerdeki bitki örtüleri sınıflanabilir ve şekildeki 3 gruptan hangisine girdiği saptanabilir.

Şekil No: 13'deki sırtların herbirinde, gölgeli ve güneşli yamaçlarda bulunan pikseller, birbirinden ayırtılamadığı gibi, tepedeki piksellerden de ayırtılamamışlardır. Diğer bir deyimle; yamaçların baktığı yönlerin etkisi olmamaktadır. Bitki örtüsü aynı olan yamaçlar, ne tarafa bakarsa baksınlar, grafikte aynı doğru üzerinde yer almaktadırlar.



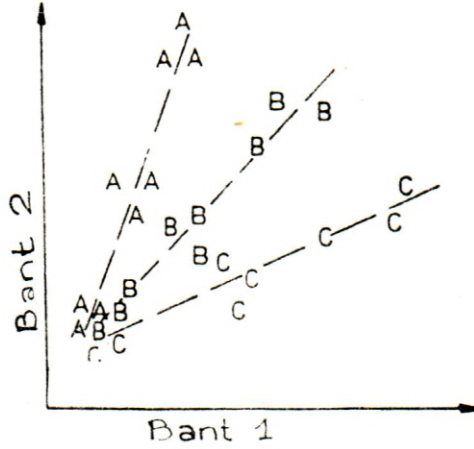
Şekil No: 12

Mısır ve soya fasülyesi tarlalarında, büyüme mevsimi boyunca, 2 bantla yapılan taramalardan elde edilen DN değerleri yardımıyla çizilen grafikler. Şekil No: 11'de olduğu gibi; burada da yatay eksenle birinci bandın saptadığı DN değerleri, düşey eksenle de ikinci bandın saptadığı DN değerleri alınmıştır. Şekildeki kalın çizgi soya fasülyesine, kesik çizgide mısıra aittir. Her iki ürününde 30 - 75 - 100 ve 140'inci günlerinde, eğrilerinin hangi noktalarında buldukları belirlenmiştir. Şekil No: 11'deki grafikler, buradaki grafiğin iki noktasını belirlemektedirler. Oradaki noktaların ortalamaları alınmış burada 2 nokta olarak gösterilmişlerdir. Şekil No: 11'deki grafiklerin her biri, bir çekim sonucunda elde edilmişlerdir. Yukardaki grafik ise 140 günlük bir çalışmanın sonucunda ortaya çıkmıştır.



Şekil No: 13

Bitki örtüsü farklı, diğer özellikleri aynı olan 3 sırtın, uydudaki tarayıcı sistemlerle taranması sonunda elde edilen bulguları belirten şekil. Her 3 sırtta, 3'ü sol yamaçta, 3'ü tepede, 3'ü de sağ yamaçta olmak üzere 9'ar tane örnek piksel alınmış ve farklı 2 bant ile taranmıştır. Şeklin alt kısmında, örnek piksellerin bulunduğu yerler, noktalar halinde görülmektedir. İlk düşünceye göre, aynı sırtın gölge ve güneşli yamaçlarının DN değerleri arasında önemli farklar olacaktır. Fakat; yapılan deneme sonunda böyle bir farkın bulunmadığı anlaşılmıştır.



Şekil No: 14

Şekil No: 10'daki sırtlarda alınan deneme piksellerine ait DN değerleriyle çizilen grafikleri gösteren şekil. Yatay ekseninde birinci bandın saptadığı DN değerleri, dikey ekseninde ikinci bandın saptadığı DN değerleri alınmıştır. A sırtına ait 9 noktanın bir doğru üzerine, B sırtına ait olan 9 noktanın ikinci bir doğru üzerine, C sırtına ait alanların da üçüncü bir doğru üzerine sıralandıkları görülmektedir. Bitki örtüsü, noktaların ayrı doğrular üzerinde yer almasına sebep olmaktadır. Bu özellikten yararlanılarak, arazilerin bitki örtüsüne göre sınıflandırılabileceği kanısına varılmıştır.

Orman ve çalının birbirine karışık olduğu yerlerde, Şekil No: 14'deki B ve C noktaları birbirlerine karışmakta ve ayrı doğrular oluşturmamaktadırlar. Çalı ve ormanın birbirine karıştığı, aralarında da küçük açıklıkların bulunduğu yerlerin grafiğinde A, B ve C noktalarının hepsi birbirlerine karışmaktadır.

Değişik mevsimlerde yapılan taramalar sonunda elde edilen bilgiler veya görüntüler arasında ne gibi farkların bulunduğu sorusu, üzerinde önemle durulan konulardan biridir. Landsat uydusunun, çeşitli mevsimlerde yaptığı taramalar sonunda elde edilen bilgiler, birbirleriyle karşılaştırılarak arazinin jeolojik yapısı hakkında, daha duyarlı ve daha kesin bilgiler elde edilmektedir.

Güney Afrika'nın kurak mevsimde çekilen fotoğraflarıyla, yağmur mevsiminin ortasında çekilen fotoğrafları birbirleriyle karşılaştırılmış, sonunda yağmur mevsiminde çekilenlerde, ton farklarının daha kuvvetli olduğu sonucuna varılmıştır.

Batı Avrupa'nın, mart ayında, Landsat uydusu aracılığı ile elde edilen fotoğraflarında, ton farklarının büyük olduğu, su ile kaplanmış veya ıslak çayır alanlarının, çevrelerindeki çıplak tarım alanlarından ve yamaçlardan kolaylıkla ayırtılabildiği görülmüştür. Mayıs ayında çekilen fotoğraflarda, aynı ayırım yapılamamaktadır. Tarlalarda buğday, patates gibi bitkilerin, yeni sürgünleri bulunduğundan, çayırlardan ayırtılamamaktadırlar.

KAYNAKLAR

- ALVARADO, A., 1982. *Sensor Technology for Future Atmospheric Observation Systems, IEEE Digest 1982, Int. Geosci. Remote Sensing Symposium, Münih, Vol. 1, WP6, S. 5.1 - 5.5.*
- AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY, 1975. *Manual of Remote Sensing, Vol. II - Interpretation, and Falls Church, Virginia, 1775, S. (869 - 2144).*
- AYTAÇ, M., 1980. *Fotogrametri ve Uzaktan Algılamanın Türkiye'de Uygulanması, İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü Dergisi. Sayı 23, S. 161 - 170.*
- 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.*
- ERDİN, K., 1986. *Fotoyorumlama ve Uzaktan Algılama, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No. 3404, İstanbul, 183 S.*
- FINSTERWALDER, R. - HOFMANN, W., 1968. *Photogrammetrie, Walter de Gruyter, Berlin. New York, (Tercümesi: Aytaç, M. - Örmeci, C. - Altan, O., Fotogrametri, İ.T.Ü. Kütüphanesi Sayı 1242, İstanbul, 1983, 456 S.).*
- GUIDNARD, J. - BRUZZI, S. - PIKE, T., 1982. *Charakterization of SAR - Images, IEEE Digest 1982, Int. Geosci. Remote Sensing Symposium, Münih, Vol. 2, TA5, S. 1.1 - 1.6.*
- KAYDEL, W., 1982. *Application Possibilities of Active Microwave Systems for Sensing. A Survey of Respective DEVLAR Activities, IEEE Digest 1982, Int. Geosci. Remote Sensing Symposium, Münih, Vol. 1 WP8. S. 1.1 - 1.5.*
- NASA, 1977. *SKYLAB Earth Resources Data Catalog, No. 3300 - 00586, US Government Printing Office, Washington D.C.*
- ÖRMECİ, C., 1987. *Uzaktan Algılama. İ.T.Ü. İstanbul.*
- THOME, P., 1982. *The Use of the Space Shuttle for Land Remote Sensing, IEEE Digest 1982, Int. Geosci. Remote Sensing Symposium, Münih, Vol. 1, WA9, S. 3.1 - 3.6.*
- TOKMANOĞLU, T., 1983. *Fotogrametri, İ.Ü. Orman Fak. Yayınları. No. 298. İstanbul, 146 S.*
- WELLMAN, J. - BRECKINRIDGE, J. - KUPFERMAN, P. - SALAZAR, R., 1982. *Imaging Spectrometer: An Advanced Multispectral Imaging System Concept, IEEE Digest 1982, Int. Geosci. Remote Sensing Symposium Münih, Vol. 1, WP2, S. 4.1 - 4.5.*
- WOLF, P.R., 1974. *Elements of Photogrammetry (with air photo interpretation and remote sensing), McGraw - Hill Book Company, 562 S.*