
SERİ

B

CİLT

38

SAYI

2

1988

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
D E R G İ S İ



TUNUS ÇÖLLERİNDE BULUNAN HALFA OTLARININ LANDSAT UYDUSU YARDIMIYLA İNCELENMESİ

Prof. Dr. Tahsin TOKMANOĞLU¹⁾

Kı s a Ö z e t

Afrika'nın kuzeyindeki otlak alanları genellikle *Stipa tenacissima* isimli otlak kaplıdır. Yerli halkın "Halfa" dediği bu otların Tunus'ta kapladığı alanların hızla daralmasına karşı, Landsat uydusunun verilerinden yararlanarak bu alanların haritalarını yapmak ve kademelendirme amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Yazıda bu çalışma çeşitli yönleriyle anlatılmıştır.

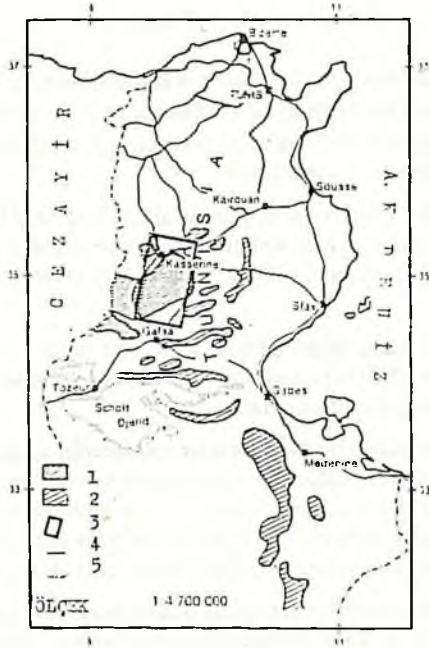
GİRİŞ

Tunus'un orta kısmının batısında, 600 000 hek. büyüklüğünde ve yarı kurak iklim koşulları içinde, otlak alanları bulunmaktadır. Ülkenin güney doğusunda da gene aynı iklim koşullarında fakat; üzerindeki bitkileri çok seyrek olan 400 000 hek. büyüklüğünde başka otlak alanları bulunmaktadır. Bu otlak alanlarının tamamında köylüler, koyunlarını ve keçilerini plansız olarak otlatmaktadırlar. Şekil No. 1'de bu alanlar gösterilmiştir.

Afrika'nın kuzeyindeki otlak alanları genellikle "Stipa Tenacissima" isimli otlak kaplıdır. Tunus, Cezayir ve Maracco'da bu ot ön sırayı almaktadır. Yerli halkın "Halfa" dediği bu ot, Tunus'taki otlak alanlarının başlıca otudur. Halfa otu, Tunus'ta Atlas dağlarının güney yamaçlarından başlamakta ve Gafra Şehrinden geçen enlem dairesine kadar inmektedir. Halfa otu, kümeler veya demetler yaparlar, yapraklarında bol miktarda kaliteli selüloz bulunur. Bu nedenle, 1850 yılından beri bu ot kağıt endüstrisinde kullanılmaktadır. Kaliteli kağıdın hammaddesi durumuna gelmiştir. Eylül ve Şubat ayları arasında yaklaşık olarak 50 000 Tunuslu, Halfa otlarını, elleriyle yolmaktadırlar. Bu yolma işi bir yarış halinde yapılmaktadır. Erken davranan kârlı çıkmaktadır.

20'inci yüzyılın başından beri, Halfa otlarının Tunus'da kapladığı alanlar hem küçülmüş hem de seyrelemiştir. Sonuç olarak üretim azalmış ve otlak alanlarının verim gücü düşmüştür. Bu fena sonuca ulaşılmasının 3 ana sebebi bulunmaktadır.

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



Şekil No: 1

Tunus'ta Halfa otlarının kapladığı alanları gösteren harita No: 1 ile gösterilen sık çizgi ile taranmış alanlar Halfa otlarının sık bir şekilde kapladığı alanlardır. Buralara Halfa otu ile kaplı stepler de denilebilir. No. 2 ile gösterilen seyrek çizgi ile taranmış yerler Halfa otlarının çok seyrek olarak bulunduğu alanlardır. No. 3 ile gösterilen dikdört gen şeklindeki alan, çalışmanın yapıldığı alandır. No. 4 ile gösterilen kalın çizgiler, yörenin ana yollarıdır. No. 5 ile gösterilen kesik çizgi ve noktalarından oluşan çizgiler, Tunus'u komşu ülkelere ayıran sınır çizgileridir.

1- Nüfusun süratle artması ve hükümetin göçebelerin, otlak alanlarını temizleyerek kendilerine tarım alanları açmalarına izin vermesi. Bu şekilde kazanılan tarım alanlarında genellikle başarılı tarım yapılamamıştır. Çünkü iklim ve toprak koşulları, tarıma elverişli değildir.

2- Otlak alanları küçüldükçe, üzerlerindeki baskı artmıştır. Aşırı otlama çoğalmıştır.

3- Otlak alanlarının yakınındaki kasabalarda, halfa otlarını köylülerden parayla satın alan ve uzaklara gönderen merkezler kurulmuştur. Bunların etkisiyle, otları yolların sayıları, süratle çoğalmıştır.

Halfa otlarıyla kaplı alanların küçülmesi ve seyrelmesinin bir sonucu olarak, evvelce insanların uğramadığı uzak yörelerdeki otlara da el atılmış ve büyük çapta zararlar verilmiştir. Yarı kurak ve tam kurak iklimlerin hüküm sürdüğü yörelerde, yağışlar genellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında yoğun şekilde yağarlar. Topraklarda genellikle ince ve seyrek bitki örtüsü yok edilirse, süratli toprak erozyonu olur ve toprağın bitki yetiştirme gücü çok azalır.

Bu olaylar Tunus Hükümeti tarafından tam olarak bilinmekte ve fenaya gidişin önlenmesi için çalışmalar yapılması istenmektedir. Halfa otları ile kaplı otlaklarda, planlı otlama yapılması istenmekte ve bu amaçla yoğun kontroller yapılmaya, rotasyon uygulanmaya çalışılmaktadır.

Özellikleri aşağıda açıklanan çalışmanın amacı, Landsat uydusunun verilerinden yararlanarak, Halfa otları ile kaplı alanların haritalarını yapmak ve bu alanları kademelere ayırmaktır.

Çalışma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı, Atlas dağlarının güneyinde bulunan Djebels Chambi, Semanıma ve Mrkıladan başlamakta ve Gafsa'nın 20 km² kuzeyine kadar uzanmaktadır. Alan 3300 km²'den fazladır. Bunun 1150 km²'sinde Halfa otlarının içinde bulunduğu koşullar çok değişiktir. Şekil No. 1'de çalışma alanının Tunus haritasındaki yeri görülmektedir.

Köppen'in saptadığı iklim sınıflarına göre, çalışma alanı "Sıcak step İklim" zonuna girmektedir. Yıllık yağış çalışma alanının kuzeyinde 400 mm'dir, güneye inildikçe yağış azalmakta ve 200 mm'ye kadar düşmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 19 derecedir, genellikle 36 derece ile 2 derece arasında değişmektedir.

Arazi genellikle düzdür fakat; içerisinde küçük tepeler ve sırtlar vardır, bunların yamaçları oldukça diktir. Dağlar 1200 ile 1500 m'ye kadar yükselirler, genellikle kreta ve devre döneminde ortaya çıkmışlardır, kireçtaşı ve kumtaşından oluşmuşlardır.

Dağlık bölgede ve eğimli yamaçlardaki topraklar çok incedir, sıgıdır. Bu topraklarda kalsiyum karbonat çoktur, diğer maddeler azdır. Diğer bir deyimle kireçli topraklardır. Bitki örtüsünün seyrekleştiği veya yok edildiği kısımlardaki topraklar, erozyona karşı çok duyarlıdır. En küçük yağışta hemen aşınmaya ve taşınmaya başlarlar. Büyük çapta yüzey erozyonunun olduğu kısımlarda, toprak içerisindeki taşlar meydana çıkmıştır ve arazi yüzeyinde görülmektedir.

Arazinin içerisinde Hatab isimli bir dere geçmektedir, kenarında sulcu tarım yapılmaktadır. Suyun çok kireçli olduğu, geçtiği yerlerde bırakığı izlerden anlaşılabilir.

Bitki örtüsünün durumu ve arazi kullanma şekli, aşağıda özetlenmiştir.

1- Arazinin büyük çoğunluğunu Halfa otları kaplamaktadır. Özellikle kuzey kısımlarında bu otlar çok bulunmaktadır.

2- Ovalardan dağlara doğru çıkıldıkça, halfa otlarının seyrekleştiği, yerlerini yavaş yavaş çalılırların aldığı görülür. Dağların yüksek kısımlarında, özellikle kuzeye bakan yamaçlarda Halep Çamları bulunur.

3- Çalışma alanının kuzey kısmında, çoğunluğunu arpa ve buğdayın oluşturduğu ekin tarlaları bulunmaktadır. Zeytin ve badem gibi meyva ağaçları da yetiştirilmektedir.

4- Çalışma alanının güney kısmında, vadiler içerisinde, diğer yörelere kıyasla biraz daha verimli tarım yapılmaktadır.

Çalışmada Kullanılan Materyal ve Uygulanan Yöntemler

Çalışmada kullanılan materyal şunlardır: Landsat 1 uydusunun 22 Nisan 1976 günü çektiği fotoğrafların filmleri, Landsat 2 uydusunun 11 Mayıs 1981 günü çektiği fotoğrafların filmleri, Landsat 3 uydusunun 31 Aralık 1981 günü çektiği fotoğrafların karta basılmış kopyaları, 1973 yılında çekilmiş pankromatik hava fotoğrafları. Son fotoğraflar yaklaşık olarak 1/25 000 ölçeklidir ve çalışma alanının yarısını kapsamaktadır.

Arazi çalışması 1984 yılında yapılmıştır, kullanılan fotoğrafların en eskisi ise 1976 Nisanında çekilmiştir. Arada 12 senelik bir süre bulunmaktadır. Daha yenileri varken, bu kadar eski yıllara ait fotoğraflardan yararlanılmasının sebebi, 1976 yılında yapılanlarının çok daha güvenilir olmasıdır. 1976 yılında yağış, diğer yıllara kıyasla daha fazla olmuştur ve çalışma alanındaki ekinler daha iyi

büyümüştür. Tablo 1'de yağış durumu gösterilmiştir. 1976 yılında ekinler iyi yetiştiği için, "Yanılıcı Renkli Film"lerle çekilen fotoğraflarda, tarım alanları açık kırmızı renkte görülmekte ve diğer alanlardan kolaylıkla ayırt edilmektedir. Tarımın iyi olduğu yerlerde, yağışın fazla olduğunu kabul etmek gerekir.

Tablo No: 1

Yıllık Yağış (1 Eylül ile 31 Ağustos arası) mm olarak			
		Sbeitla	Kasserine
Ortalama	31 Mart	190	186
	31 Mayıs	247	247
	31 Ağustos	293	303
975/976	28 Şubat	144	241
	31 Mayıs	241	414
980/981	28 Şubat	112	106
	31 Mayıs	141	142

NOT: İlk 3 satırdaki değerler, yılların ortalamasıdır ve yılbaşı olan 1 Eylül'den itibaren olan toplam yağışları mm olarak göstermektedir. Üçüncü satırdaki değerler, yıl sonu olan 31 Ağustos'a kadar olan toplam yağışları göstermektedir. 975 ve 976 yıllarının yaz aylarında, Kasserine bölgesinde yağışın çok olduğu toplam 414 mm'ye ulaştığı görülmektedir.

Toplanan veriler, satır, sütun ve köşegen doğrultularından kontrol edilmiş, hatalı görülenler düzeltilmiştir. Puslu yerlere isabet eden filmlerin görüntüleri bu yöntemle düzeltilerek kullanılabilir hale getirilmiştir. Yapılan düzeltmeler sayesinde, bütün fotoğraflarda, kontrast görüntüler elde edilmiştir.

4-5-7 nolu bantlarla elde edilen siyah-beyaz fotoğraflar ile "Standart Yanılıcı Renkli Fotoğraf"lar yardımıyla vejetasyonu saptamaya yarayan "Rouse'un vejetasyon indeksi" hesaplanmıştır.

Rouse, J.W. "Üçüncü Doğal Kaynaklar Sempozyumu"na sunduğu "Uydu yardımıyla vejetasyonu saptama" isimli bildirisinde önerdiği "Vejetasyon İndeksi" $V = MSS7 - MSS5/MSS7 + MSS5$ formülü yardımıyla hesaplanmıştır.

Epema G.F. 1983 yılında, Kasserina'nın kuzeyinde, aynı Vejetasyon İndeksini uygulayarak ve uydu verilerinden yararlanarak, toprak ve vejetasyon haritası yapmış, başarılı sonuç almıştır. Bu çalışmada, siyah-beyaz fotoğraflarda, açıktan koyuya doğru bütün tonlar için, Vejetasyon İndeksleri hesaplanmış, küçük değerler mavimsi, büyük değerler de kırmızıya boyanarak, renkli fotoğraflara dönüştürülmüştür. Vejetasyon İndekslerinden yararlanılarak; kırmızı, yeşil ve mavi renklerin her biri için ayrı bir fonksiyon geliştirilmiştir. Bu fonksiyonlardan yararlanılarak, bitki örtüsünün büyüklüğü ve özellikleri saptanabilmektedir. Bu bilgilerden yararlanılarak, tarım alanları ile ormanlar steplerden kesin olarak ayrılabilir. Step bitkileri yeşille açık mavi arasında, tarım alanları ile ormanlar, açık kırmızı ile sarı arasında bir renkte görülmektedir.

Sağlanan bu gelişmelere rağmen, Halfa otlarının, saptanması çok zor olmaktadır. Çünkü Halfa otlarının yanında daima gölge oluşmaktadır. Fotoğraflarda gölgeler koyu görünmekte, otun kendisi ise çok soluk kalmaktadır. Orijinal banutan alınan tek renkli görüntüler, yoğunluğu arttırmaya yarayan bir katsayı ile çarpılarak kullanılmıştır. Sonuçta Vejetasyon İndeksi $TI = 0,5 \times MSS4 + 0,5 \times MSS5 + 0,5 \times MSS6 + 0,5 \times MSS7$ şekline dönüştürülmüştür. Böylelikle renk vektörlerinin boy-ları değişmekte fakat, doğrultuları aynı kalmaktadır.

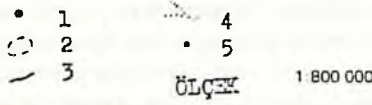
Biksellerin (fotoğraf hücrelerinin) koyuluk ve açıklık dereceleri, bilgisayarlar yardımıyla çok sayıda kademeye ayrılabilir. İnsan gözü bir rengi en fazla 9 ton kademesine ayırabilmektedir. Bilgisayar ise, fotoğrafın kalitesine göre; ton kademelerinin sayısını 120'ye kadar çıkarabilmektedir. Bir fotoğraf, ton kademelerini saptayan bilgisayara verince, her pikselin yerine bir rakam yazılmaktadır. Bu rakamlara DN Değerleri (Digital Number) denilmektedir. Bu şekilde elde edilen rakamlar yığına "Sayısal Fotoğraf" denilmektedir. İstenildiğinde "Sayısal Fotoğraf" normal fotoğrafa dönüştürülebilmektedir. "Sayısal Fotoğraf" üzerinde istenildiği şekilde değişiklikler yapılabilmekte DN değerleri değiştirilebilmekte sonra da normal fotoğrafa döndürülerek, farklı özellikte fotoğraflar elde edilmektedir.

Uyduyun çeşitli kanallarından çıkan fotoğraflar birbirinden farklıdır. Bunlar sayısal fotoğraflara dönüştürülünce, aynı pikseller için farklı değerler elde edilmektedir. Bu değerler birbirleriyle toplanarak, veya birbirlerine bölünerek veyahut da yukarıdaki formüllerde görüldüğü gibi bir katsayı ile çarpıldıktan sonra toplanarak yeni "Sayısal Fotoğraflar" elde edilmektedir. Orijinal fotoğraflar Halfa otlarını göstermezken, elde edilen son fotoğraflar Halfa otlarını göstermektedirler. Diğer bir deyimle; 4, 5, 6, 7'inci kanallarla elde edilen fotoğraflar, önce Sayısal Fotoğraflara dönüştürülmekte, sonra yukarıdaki formül yardımı ile, her piksel için "Vejetasyon İndeksi" hesaplanmakta ve yeni bir "Sayısal Fotoğraf" elde edilmekte, sonra normal fotoğrafa dönüştürülmektedir. Bu şekilde elde edilen normal fotoğraf, Halfa otlarının kapladığı alanları göstermektedir. Açıklanan yöntem sayesinde, gereksinmelerimizi karşılamayan orijinal fotoğraflar, gereksinmelerinizi karşılar hale, amacımıza uygun duruma gelmektedir. Yapılan işleme, "görüntünün geliştirilmesi ve gereksinmelere uygun hale getirilmesi" de denilebilir. Elde edilen son fotoğrafa, "Bitki İndeks Fotoğrafı" denilmekte, üzerindeki çalışmalar, çıplak gözle yapılmakta, Halfa otlarının nerelerde sık ve nerelerde seyrek bulunduğu saptanmaktadır.

Halfa otlarının kapladığı alanların saptanması ve sıklık derecelerine göre kademelere ayrılması, sadece fotoğraflar üzerinde yapılan çalışmalarla elde edilmiş değildir. Arazide de deneme alanları alınmıştır. Deneme alanlarının nerelerde alınmasının uygun olacağı, fotoğraflar üzerinde yapılan çalışmalarla saptanmış, sonra da araziye gidilerek deneme alanları bulunmuş, gerekli incelemeler ve gerekli ölçüler yapılmıştır. Arazide 30 tane deneme alanı alınmıştır. Şekil No. 2'deki haritada 30 tane deneme alanının alındığı yerler görülmektedir. Küçük siyah kareler deneme alanlarının yerlerini göstermektedir. Arazideki deneme alanlarının yerlerinin saptanmasında "Tabakalı Deneme Alanı Alma Yöntemi" uygulanmış ve seçimler rastlantı yoluyla yapılmış, fakat; bazılanna öncelik tanınmıştır.

Arazide ve fotoğraflar üzerindeki çalışmalarda, aşağıda açıklanan incelemeler ve ölçüler yapılmıştır.

1- Şekil No: 3'te görüldüğü üzere, Halfa otlarının araziye kaplamaları (kapalılık) 2 şekilde olmaktadır. Birincisi, köklerin kapladığı alan, ikincisi de yaprakların kapladığı alandır. Uzaydan bakıldığında yaprakların kapladığı alan görülmektedir. Sıklık kademelerinin her birinde, bu iki kapalılığın birbirine oranı saptanmıştır. Uydu fotoğraflarından, yaprakların kapladığı alan ve sıklık kademesi saptanmakta, bulunan oranla çarpılarak, köklerin kapladığı alanlar bulunmaktadır.



Şekil No: 2

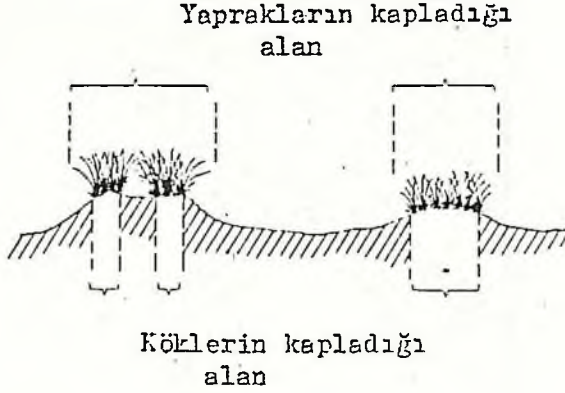
Şekil No. 1'de gösterilen çalışma alanının büyütülmüş haritası. No. 1 ile gösterilen, yuvarlak siyah noktalar, yerleşme alanlarıdır. Buralarda oturanlar, çevrelerindeki Halfa otlarını devamlı olarak yolmakta ve hayvanlarına yedirilmektedirler. No. 2 ile gösterilen kesik çizgilerin çevrelediği alanlar, sırtların oluşturduğu yüksek yerlerdir. Bunların dışında kalanlar step karakteri taşımaktadır. No. 3 ile gösterilen kalın çizgiler, taş döşeli yollardır. No. 4 ile gösterilen, noktalardan oluşan çizgiler kuru derelerdir. No. 5 ile gösterilen küçük siyah dikdörtgenler, deneme alanlarını alındığı yerlerdir.

2- Uydu fotoğrafları üzerinde yapılan çalışmalar sonunda Halfa otları 13 tane sıklık kademesine ayrılmıştır.

3- Saptanan kademelerin 7 tanesinde, her biri 1 m^2 büyüklüğünde 3 tane deneme alanı alınmış, içerisindeki Halfa otları yolunmuş, kurutulmuş, tartılmıştır. Böylelikle her birine ait kuru bitki ağırlığı bulunmuştur.

4- Saptanan kademelerin 12 tanesinde, topraktan ve bitkilerden yansıyan ışınların (radyasyonun) oranları saptanmıştır. Bu iş için, Exotek Ertis radyometresi kullanılmıştır.

Köklerin ve yaprakların kapalılık oranlarının saptanmasında, 30 m uzunluğunda ve birbirlerini kesen doğrular alınmıştır. Doğruların her biri, rastlantı yöntemine göre alınan küçük doğrularla kesilmiş ve bu doğruların, yaprakların ve köklerin kapladığı alanlar içerisinde kalan kısımları ölçülmüştür. Bu çalışma uydu fotoğraflarında sıklık derecelerine göre saptanan kademelerin hepsinde ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil No: 3

Halfa otlarının kapladığı alanlar (kapalılık) iki şekilde belirlenmektedir. Birincisi köklerin kapladığı alanlar, ikincisi de yaprakların kapladığı alanlardır. Uydu fotoğraflarından yararlanılarak, yaprakların kapladığı alanlar saptanabilmektedir. Arazi çalışmaları ile, yaprakların kapladığı alanla, köklerin kapladığı alan arasındaki oran saptanmaktadır. Bu orandan ve uydu fotoğrafları yardımıyla bulunan, yaprakların kapladığı alandan yararlanılarak, köklerin kapladığı alanlar bulunabilmektedir. Yukarıdaki şekilde, yaprakların ve köklerin kapladığı alanlar görülmektedir.

Yukarıda üçüncü maddede belirtilen, 7 kademelin her birinde 3 tane olmak üzere toplam 21 tane deneme alanı da rastlantı yöntemine göre yapılmıştır. Önce merkez noktaları saptanmış, kök alanını 1 m^2 olacak şekilde alan saptanmış ve içerisindeki otlar yolunarak kurutulmuştur. Her kademe için bulunan 3 değerlerin ortalaması alınarak, 1 m^2 kök alanında ortalama olarak, kaç kg kuru ot bulunduğu elde edilmiştir. Buradan önce 1 hektardaki kuru otlara sonra da, kademelerin tamamındaki kuru otlara geçilmiştir.

Birbirini kesen 30 m boyundaki doğrular üzerinde alınan 1 m boyundaki 4 küçük doğru üzerinde önce; yaprakların ve köklerin kapladıkları alanlar saptanmış, aralarındaki oranlar bulunmuş, kurutulacak otların yolunma işlemleri daha sonra yapılmıştır.

Yararlanılan bantların dördünde de radyometre kullanılmış, uzaydan, bitkilerden ve çıplak topraktan gelen ışınların tamamı ölçülmüştür. Bu ölçümlerin her biri üçer defa yapılmış, özellikle vejetasyona ve çıplak toprağa ait ölçü hatalarının çok küçük olması sağlanmaya çalışılmıştır. Hava fotoğrafları sadece, Halfa otlarının yerlerinin saptanmasında kullanılmıştır.

Arazi çalışmaları tamamlandıktan sonra, toplanan bilgiler tablolara yazılmış; yaprak alanı, kök alanı ve kuru bitki ağırlığı arasında ilişkiler kurulmaya çalışılmıştır. Toprak ve arazi özelliklerinin, bu ilişkiler üzerindeki etkileri de araştırılmıştır.

Ayrıca; kapalılık oranlarının, uydudan çekilen renkli fotoğrafları, herhangi bir şekilde etkileyip etkilemediği de araştırılmıştır. 1981 yılındaki meteorolojik koşullar, bitki üretimine pek az elverişliydi. Mayıs 1981'de çekilen uydu fotoğrafları üzerinde çalışılarak, aynı sonuçların elde edilebilip edilemeyeceği de araştırılmıştır. Tablo No: 1'de bu çalışmaların sonuçları görülmektedir.

Yapılan bu çalışmalara ilave olarak; 1976 yılında çekilen uydu fotoğrafları, hem klasik, hem de otomatik yöntemle sınıflandırılmıştır.

Sonuç olarak; Halfa otlarının kapladığı bütün alanlar saptanmış ve 1/200 000 ölçekli bir haritada gösterilmiştir. Bu haritada, Halfa otlarının oluşturduğu çeşitli kademeler gösterildiği gibi, her birinin bir hektarında kaç kg kuru ot bulunduğuda gösterilmiştir. (Şekil No. 4)



Şekil No: 4

Çalışma bölgesindeki arazinin, topoğrafik yapı ve bitki örtüsü özelliklerine göre sınıflandırılışını gösteren harite Yukarıya haritanın küçük bir parçası alınmıştır. Sınıflamada kullanılan harflerin, belirttikleri anlamlar şöyledir.

Birinci harfler topoğrafik yapıyı belirlemektedir.

G = Dağlık

H = Tepelik

K = Yayvan tepelik

F = Az eğimli yamaç

R = Taşlık kayalık

T = Vadi

B = Verimsiz, çorak

İkinci ve üçüncü harfler bitki örtüsünü belirlemektedir.

W = Ormanlık alan

R = Rosemary çalılarının kapladığı alan

S = Halfa otlarının (Stipa Tenacissima) kapladığı alan

G = Çıplak veya üzerinde çok seyrek bitki örtüsü bulunan alan

N = Doğal çayır otları veya bodur çalılarla kaplı fakat aralarında Halfa otları bulunmayan alan

A = Tarım alanı

TT ve TW terimleri ikişer harften oluştuğu halde, tek harf yerine kullanılmıştır. Birincisi teras, ikincisi vadi anlamına gelmektedir.

Rakamlar, Halfa otlarının kademelerini göstermektedir.

SONUÇ

Yapılan arazi çalışmaları sonunda, Halfa otlarının kapladığı alanlar, Tablo No. 2'de görüldüğü üzere 4 kademeye ayrılmıştır. Bu kademeler kesin bir şekilde birbirinden ayrılmaktadır. Arazi de çıplak gözle de bu kademeler birbirlerinden ayırt edilebilmektedir. Tablo 2'de bulunan arazi örtü oranı (kapalılık oranı), hava fotoğrafları üzerinde yapılan çalışmalarla kolaylıkla saptanabilmektedir. Eğer bu oran saptanmazsa, köklerin kapladığı alandan yararlanılarak, kolaylıkla bulunabilir. Çünkü 2 oran arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır.

Tablo No: 2

Halfa otlarının sıklık derecelerine göre ayrıldığı kademeleri ve her kademedeki yapraklarla, köklerin kapladığı alanların oranlarını ve bir hektardaki kuru ot ağırlığını gösterir tablo.

Kademeler	Kök alanı %	Yaprak alanı %	1 hektardaki kuru ot ağırlığı Kg/hek.
A	8	40	2000
B	5,5 - 8	30 - 40	1200 - 2000
C	3,5 - 5,5	20 - 30	600 - 1200
D	3,5	20	600

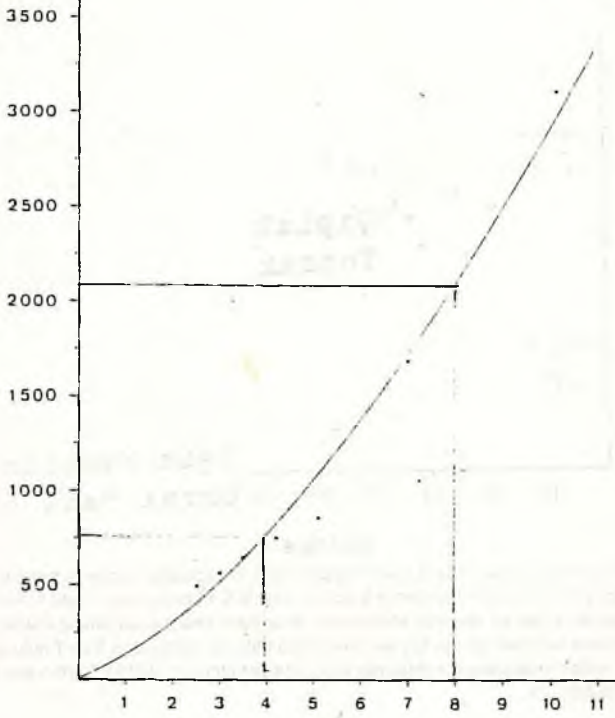
Not: Kurutulup tartılan otların tamamı bir yılda meydana gelmiş değildir. Bu otların bir kısmı bir evvelki yıldan, bir kısmı da 2-3 yıl öncesinden kalmış olabilir. Toplanan otları, son 2-3 yılın ürünü olarak kabul etmeye de olanak yoktur. Çünkü bir kısmı otlatma veya yolma sonucu yok edilmiş olabilir.

Yıllık Halfa otu üretimi ile, köklerin kapladığı alan arasındaki ilişki, Lineer bir ilişki değildir. Şekil No: 5'te bu durum görülmektedir. İyi kademede bulunan otların birim kök alanından elde edilen kuru ottan daha fazladır. Hektardaki kuru ot miktarının azalması hem köklerin kapladığı alanın küçülmesi; ot sayısının azalmasından ileri gelebileceği gibi, ot demellerinin küçülmesinden de ileri gelebilir.

Halfa otlarının kapladığı alanların çoğunluğunun, kalker anataşı üzerinde bulunan sığ topraklarda bulunduğunu düşünmek doğru değildir. Birim alandaki kuru ot ağırlığı, kuzeyden güneye gittikçe azalmaktadır. Fakat; güneydeki ot gövdeleri, kuzeydekilerden daha iyi ve kalitelidir. Halfa otlarının kalitesi (Boniteti) ile yerleşim alanlarına uzaklıkları arasında da, yakın bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişki insanların olumsuz etkisini göstermektedir.

5 ve 7 nolu bantlarda yapılan ışın ölçüleri arasındaki ilişki Şekil No. 6'da görülmektedir. 7 nolu bant, çıplak topraklardan ve özellikle içerisinde çok miktarda kalsiyum karbonat bulunan çıplak topraklardan yansiyarak gelen ışınları, belirgin bir şekilde saptamaktadır. Bu şekilde gelen ışınlar, bazen canlı bitkiler üzerinden yansiyarak gelen ışıklardan daha fazla olmaktadır. Bitki örtüsü çoğalınca ve sıklaşınca, çıplak topraklardan yansiyarak gelen ışınlar azalmaktadır. Çıplak toprak, ışınları dağıtmamakta ve toplu olarak yukarıya göndermektedir. Bitki örtüsü ise çok çeşitli yönlere dağıtmaktadır. Halfa otlarında ise böyle olmamaktadır. 5 ve 7 nolu bantların her ikisinde de, Halfa otlarının yansıttığı ışınların, çok küçük oranlarda olduğu görülmektedir. Halfa otlarının

Kuru
Yaprak
Ağırlığı
Kg./Hek.



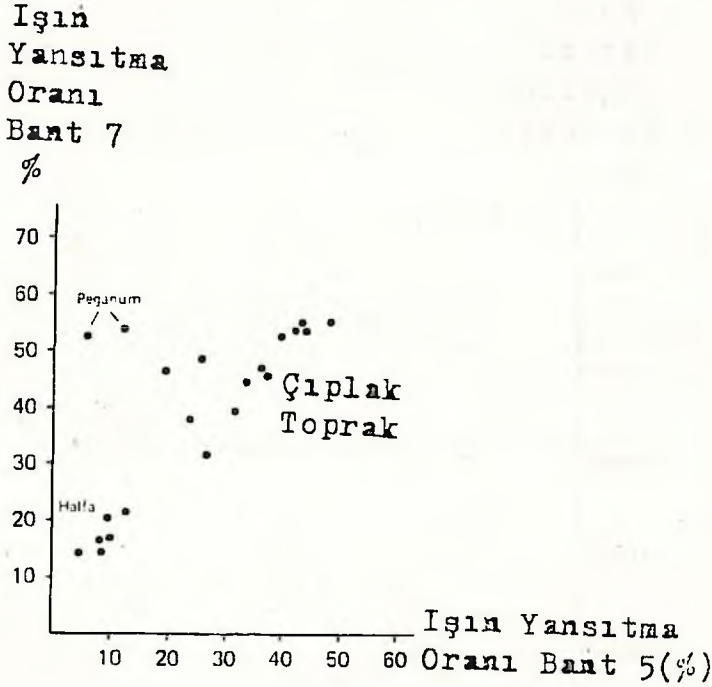
Köklerin Kapladığı Alan %

Şekil No: 5

Köklerin kapladığı alanın genel alana oranı ile, hektardaki kuru ot ağırlığı arasındaki ilişkiyi gösteren grafik Tablo No. 2'nin ikinci sütunundaki oranlar yatay ekseninde, dördüncü sütunundaki değerlerde dikey ekseninde gösterilmiştir. İlişkinin doğrusal (Lineer) olmadığı görülmektedir. Köklerin sıklık oranı % 4 iken hektardaki kuru ot ağırlığı 750 kg/hek.'dir. Sıklık oranı 2 katına çıkınca hektardaki kuru ot ağırlığı 3 katına yaklaşmakta ve 2100 kg/hek. olmaktadır. Sıklık oranının büyümesi ot sayısının artmasından ileri gelebileceği gibi, otların büyümesinden de ileri gelebilir.

sıklık derecesi arttıkça bu oranlar daha da küçülmektedir. Bu durumun sebebi ölü yaprak sayısının fazlalığı ve ot kümeleri arasında bulunan gölgeler olabilir.

Uydu aracılığı ile elde edilen, yanıtıcı renkli fotoğraflarda, tarım alanları, kırmızı rengin çeşitli tonlarında görülmektedir. Aynı fotoğraflarda dağlar, koyu kahve renginde görülmektedirler. Bunun sebebi, ağaçların yeşil rengi ile, ağaçlar arasındaki gölgelerin verdiği siyah rengin karışmasıdır. Engebeli arazi fotoğraflarında da aynı durum olmakta, gölgelerle arazi renkleri karışmaktadır. Bazen dağların gölgesi, ormanları örtmekte ve görülmelerine engel olmaktadır. Bu durumda, dağ gölgesi, ağaç gölgesi ve ağaç renkleri birbirine karışmaktadır.



Şekil No: 6

1984 yılının Nisan ve Mayıs aylarında 5 vce 7 nolu kanalların saptadığı yansım oranları arasındaki ilişki gösteren grafik. Halpa otlarındaki yansım oranının 5 nolu bantta % 5-15 oranında, 7 nolu bantta ise % 12-22 oranında olduğu görülmektedir. Diğer bir deyimle; Halpa otları, eksenlerin kesiştiği başlangıç noktasının yakınında yer almışlardır. Çıplak arazilerin ve üzerinde çok seyrek bitki örtüsü bulunan toprakların 5 ve 7 nolu bantlardaki oranlar % 50 civarındadır. Bu nedenle, başlangıç noktasının uzağında yer almıştır. Halpa otlarının sıklık derecesi arttıkça ışın yansıtma oranı azalmaktadır.

Halpa otları, yanıtıcı renkli fotoğraflarda, yeşil rengin çeşitli tonlarında görülmektedirler. Artemizyalar ve onu izleyen diğer bitkiler, aynı fotoğraflarda çok açık gri tonda görülmektedirler. Çalışma alanının güney kesiminde, Halpa otlarının sınırını saptamak çok zor olmuştur. Çünkü; burada Halpa otları çok seyrek, artemizyalar ve izleyicileri de çok zayıf ve seyrekler. Bu nedenle; Halpa otlarının verdiği açık yeşil renklerle, artemizyaların verdiği açık gri tonlar birbirine karışmaktadır. Halpa otlarının kapladığı alanların hemen yakınında, hiçbir fayda sağlamayan araziler bulunmaktadır. Çok yerde, Halpa otlarının kapladığı alanlarla, bu verimsiz araziler, birbirlerinin içersine girmiştir. Bunların birbirlerinden ayrılması da çok zor olmaktadır. Çünkü; renk ve tonları birbirlerine çok yakındır. Halpa otlarının içinde ve yakınında, birde Rosemary isimli küçük çahılar bulunmaktadır. Bunların fotoğraflarda tanınması, tamamen olanaksız bulunmaktadır.

Düzenlenen vejetasyon indeksinde, tarım ve orman alanlarındaki bitkiler hakkında, yeteri kadar bilgi bulunmaktadır. Tarım alanlarındaki canlı bitkiler, uydu fotoğraflarında açık kırmızı, ormanlarda yeşil görülmektedirler. Yüksek sırtlar yeşil ve mavi karışımı bir renkte görülmektedir. Bu durum üzerlerinde orman bulunmadığını belirtmektedir. Tamamiyle verimsiz olan çorak araziler, koyu mavi renkte görülmekte ve diğer arazilerden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Halpa otlarının kapladığı alanlar, hemen yakınında bulunan Artemizya otlarından oldukça zor ayrılmaktadır.

Üzerine gölge düşmesi halinde zorluk artmaktadır. Bu zorluklar, çalışanları ümitsizliğe düşürmüş ve Halfa otlarının yayıldığı alanların yanıltıcı renkli fotoğraflar üzerinde yapılan çalışmalarla saptanamayacağı kanısına varmalarına sebep olmuştur.

Uydu fotoğraflarında, Halfa otlarının tanınmasını güçleştiren gölgeler, radyometre ile yapılan incelemelerde kolaylık sağlamışlardır. Halfa otlarının çok seyrek olduğu takdirde, yansıtıkları ışınlar az olmakta, aralarındaki boşluklarda gölgeler görülmektedir. Radyometre ile yapılan ölçmelerde, bu durumun bulunması özellikle istenmektedir. Halfa otları seyrek olunca, uzaydan görülen kapalılık oranı (sıklık derecesi), düşük olmakta, topraktan yansıyan ışın oranı ise çok yüksek olmaktadır (Tablo No: 2). Kapalılık oranı genellikle % 40'ın altında bulunmaktadır. Radyometre ile yapılan çok sayıdaki ölçmelerin hepsinde, otlar üzerinde yansıyan ışınların daima az olduğu, topraktan yansıyanların çok olduğu görülmüştür. Halfa otları, uzun boylu ve geniş kümeler oluştururlarsa, gölgelerinin kapladığı alanlar büyük olmaktadır. Bu durumda çıplak toprak yüzeyinden yansıyan ışınlar azalmaktadır. Aynı durum, kurak ve yarı kurak bölgelerde bulunan çeşitli otların ve bodur çalılarının incelenmesinde de görülmüş ve birçok araştırmacı tarafından açıklanmıştır.

Hazırlanış şekli yukarıda açıklanmış olan "Bitki İndeksi Fotoğrafı"nın, Yanıltıcı Renkli Resimlere kıyasla sağladığı üstünlükler şunlardır:

- 1- Tarım alanlarının tamamı net bir şekilde görülebilmektedir.
- 2- Tarım alanları kırmızı ile sarı arasındaki renk tonlarında, ormanlık yöreler kahverenginin tonlarında görülmekte ve birbirinden kesinlikle ayrılabilirler. Evvelce orman olan ve sonradan stepe dönüştürülmüş yerler de seçilebilmektedir.
- 3- Topoğrafik yapının etkili olmaması, gölge oluşturmaması durumunda; ormansız yerler tanınabilmektedir.
- 4- Verimsiz çorak araziler, "Bitki İndeks Fotoğrafında" açık mavi renkte görülmekte ve kolaylıkla ayırd edilebilmektedir.
- 5- Halfa otlarının kapladığı alanlar sıklık derecelerine göre, yeşil ve mavi renklerin çeşitli tonlarında görülmekte, kademelere (sınıflara) ayrılabilir.

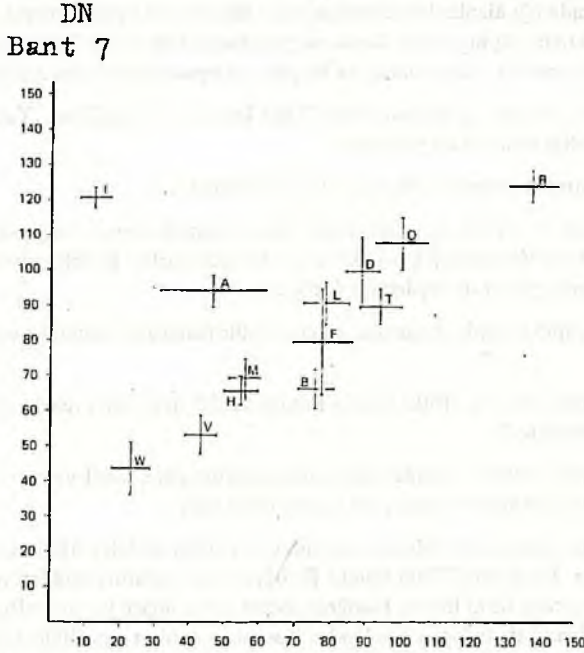
Çalışma alanının güneyinde bulunan Artemizya ve diğer bitkiler, Halfa otlarından çok zor ayırt edilebilmektedir. Bu durum "Bitki İndeks Fotoğrafı"nın, yanıltıcı renkleri resime göre eksik olan bir özelliğidir. Ayrıca; Bitki İndeks Fotoğraflarında, halfa otlarıyla, bodur Rosemary çalılarını birbirinden ayırma olanağı da bulunamamaktadır. Rosemary çalılar genellikle dağlarda bulunmakta, ovalarda bulunmamaktadır. Bu özellik, tanınmalarında çok yardımcı olmaktadır.

Bitki İndeks Fotoğrafı, yanıltıcı renkli fotoğraf ile kıyaslandığında; köklerin kapladığı alanları saptama ve renkler yardımı ile bitkileri saptama bakımlarından, çok daha yararlı olmaktadır. Bu üstünlüğün, toprağın olumsuz etkilerinin ve topoğrafik yapının oluşturduğu gölgelerin azalmasından ileri geldiği düşünülebilir. Arazi çalışmaları ile saptanan 4 kademededen 2 tanesi, hatasız şekilde saptanabilmektedir. Bunların birincisi, çok sık bir şekilde kaplanmış olan A kademesidir. İkincisi de çok seyrek bitkilerle kaplanmış olan D kademesidir. Orta sıklıkta bulunan B ve C kademelerinin birbirinden ayırt edilmesi biraz zor olmaktadır. B ve C birleştirilerek tek bir kademe haline getirilecek olursa, saptanması kolay ve hatasız olmaktadır.

1976 yılından beri, çeşitli bitki örtülerinin yansıttığı ışınların, sayısal analizini ve sınıflandırılmasını otomatik bir şekilde yapabilmek için yöntemler araştırılmaktadır. Özellikle; zayıf ve seyrek bitki örtülerinin bulunduğu yerler üzerinde önemle durulmaktadır. Şekil No. 7'de, çalışma alanında yapılan böyle bir çalışmanın sonucu görülmektedir. Yatay eksen üzerinde 5 nolu bandın sap-

tadığı DN değerleri, düşey eksen üzerinde de 7 nolu bandın saptadığı DN değerleri alınmıştır. Çeşitli bitki örtüleri bu grafikte belirli alanları kaplamıştır. Bu özelliklerinden yararlanılarak, herhangi bir yerdeki bitki örtüsünün hangi kademeye girdiği, yani nasıl bir bitki örtüsü olduğu kolaylıkla belirlenebilir.

Sosyal analiz, çıplak gözle yapılan analizin sonuçlarından yararlanılarak yapılmaktadır. Yukarıda da belirtildiği üzere; Halfa otları çıplak gözle incelendiğinde, hatasız olarak 3 kademeye ayrılabilir. Birincisi; halfa otlarının çok sık olarak bulunduğu yerlerdir A kademesini oluşturmaktadırlar. Şekil No: 7'de V ve A harfleri ile gösterilmişlerdir. İkincisi; ortasıklıktaki yerlerdir. B ve C kademelerini oluşturmaktadırlar, Şekil No: 7'de H ve M harfleri ile gösterilmişlerdir. Üçüncü-



Şekil No: 7

5 ve 7 nolu bantlar yardımıyla saptanan DN değerleri (Digital Number), arasındaki ilişkiyi gösteren grafik. Pikseller (fotoğraf hücreleri), açıklık ve koyuluk derecelerine göre numaralanırlar. Bunlara DN değerleri denilir. Pikselin parlaklık derecesi arttıkça DN değeri büyür. Objelerin ışın yansıtma oranı azaldıkça DN değeri küçülmektedir. DN değerleri yardımıyla, temiz ve kirli sular birbirinden ayırt edilebilmektedir. 22 Nisan 1976 günü çekilen uydu fotoğraflarından yararlanılarak yukarıdaki grafik oluşturulmuştur.

Şekildeki harflerin anlamları şöyledir:

A = Susuz tarım alanları ve yakın çevreleri

I = Sulu tarım alanları

W = Düşük kaliteli seyrek ormanlar

V = En sık Halfa otlarının kapladığı alanlar,

H = İkinci derecede sık olan Halfa otlarının bulunduğu yerler, B kademesine giren alanlar

M = Üçüncü derecede sık olan Halfa otlarının kapladığı alanlar, C kademesine giren yerler

L, F = Halfa otlarının en seyrek olarak bulunduğu alanlar,

D kademesine giren yerler

B = En verimsiz çorak araziler

D = Bodur Rosemary çalılarının kapladığı alanlar

T = Hatap Vadisi'nde bulunan teraslanmış alan.

O = Dжебел Sidi Aick isimli arazinin güneyinde ve yakınında bulunan tarım alanları

R = Hatap Vadisi'nde bulunan teraslanmamış alan.

sü; Halfa otlarının çok seyrek olduğu yerlerdir. D kademesini oluşturmaktadır. Şekil No: 7'de L ve F harfleriyle gösterilmiştir. En verimsiz araziler, bu kademeye girmektedir. Arazi önce bu şekilde 3 kademeye ayrılmakta, daha sonra; vejetasyon indeksinden ve toplam yoğunluktan yararlanma işlemine sıra gelmektedir. Fakat; sadece bodur Rosemary çalılarının saptanmasında yanlışlıklar olmaktadır. Halfa otlarının, bodur Rosemary çalılarının dışındaki bitki örtülerinden hatasız bir şekilde ayırt edilebileceği anlaşılmaktadır.

Aşağıda açıklanan band kombinasyonları yapılarak bitki örtülerinin daha duyarlı bir şekilde kademelere ayrılması sağlanmaya çalışılmıştır.

1- 5 ve 7 nolu bantlar arasında ilişki, sonuç şekil No: 7'de görülmektedir.

2- Vejetasyon İndeksi ile toplam yoğunluk arasındaki ilişki

3- 5 ve 7 nolu bantlar ile Vejetasyon İndeksi ve toplam yoğunluk arasındaki ilişkiler

Bu 3 gruba girecek şekilde çok sayıda deneme yapılmış fakat beklenenleri tam olarak karşılayabilecek bir sonuç alınamamıştır. Yapılan her çalışma sonunda, çok önemli bir doğal kaynak olan vejetasyonun, hatalı şekillerde kademelere ayrıldığı görülmüştür. Saptanan hatalar aşağıda sıralanmıştır.

1- Topoğrafik yapının oluşturduğu gölgelerin etkisiyle, çok seyrek şekilde Halfa otları ile kaplı alanlar, sık bir şekilde kaplıymış gibi görünmüş ve A kademesine sokulmuştur. Topoğrafik yapının oluşturduğu gölge ile, uzun boylu ve sağlıklı halfa otlarının oluşturduğu gölgeleri birbirinden ayırt etme olanağı bulunamamıştır.

2- Bodur Rosemary çalıları ile Halfa otları genellikle birbirinden ayırt edilememekte ve her ikisi de aynı kademeye sokulmaktadır. Bunun sebebi; her ikisinin de yansıttığı ışınların birbirlerine çok yakın oranda olmaları ve aynı spektral görüntüyü vermeleridir.

3- Yukarıdaki sebepten dolayı Bodur Rosemary çalıları, D grubundaki Halfa otlarıyla karıştırıldığı gibi, tamamıyla verimsiz olan çorak arazilerle de karıştırılmaktadır.

Aynı sebeplerden dolayı, Halfa otlarının kapladığı alanların otomatik yöntemle haritalarını yapma ve kademelere ayırma olanağı sağlanamamıştır. Çünkü otomatik yöntemler, sadece yeryüzeyinden yansıyan ışınların oluşturduğu spektral görüntülerden yararlanmaktadırlar. Fakat; sayısal arazi modellerinden yararlanma yöntemleri geliştirildikten sonra, hatasız sonuçlar alınmaya ve kesin kararlar verilmeğe başlanılmıştır.

1976 yılında bol yağış olduğundan, bütün bitkiler yeşermiş ve uydu fotoğraflarıyla oluşturulan yanılıcı renkli film üzerinde, bütün bitkiler seçilebilmiştir. 1981 yılı ise çok kurak geçmiş, bitkiler yeşerememiş, aynı yöntem uygulanmasına rağmen, bitkiler ayırt edilememiştir. Bu nedenle 1981 yılına ait vejetasyon haritası yapılamamıştır.

Her yıl için ayrı bir vejetasyon haritası yapma olanağı sağlanabilse, birleştirilerek gelecek yıllara ait kararlar verme olanağı bulunabilir. Zamanın azlığı nedeniyle, bu olanak sağlanamamıştır. Fakat; en fazla benzeyen yönteminden yararlanarak, aynı amaca ulaşılmaya çalışılmıştır.

Halfa otlarının kademelere ayrılmasını, hatasız olarak yapılmış bir sınıflandırma saymaya olanak yoktur. Fakat; bodur Rosemary çalılıyla olan karışıklık dikkate alınmazsa, Halfa otlarının tamamını bir sınıf olarak kabul edilmekte, içerisinde az miktarda bodur Rosemary çalılarının da bulunabileceği bilinmekte ve benimsenmektedir. 1981 yılında çekilen uydu fotoğrafları bu düşünceye

göre incelenmiş ve vejetasyon tiplerine ayrılmıştır. Doğal olarak; elde edilen sonuç, ayrıntulara inen bir sonuç olamamıştır, makroplan düzeyinde kalan bir sonuç olmuştur.

Halfa otlarının kademelere ayrılması ve daha ayrıntılı bilgi toplanması için, meteoroloji koşullarına geniş çapta yer veren yeni yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Yeni yöntem sayesinde, küçük ton farkları saptanabilecek ve yorumları yapılacaktır. 1976 yılına ait sonuçları, diğer yıllar için de doğru kabul etmeye olanak yoktur. Amacın gerçekleşmesi için, geleceğe büyük ümitlerle bakılmaktadır.

KAYNAKLAR

- AKÇA, A.: 1983. *Remote Sensing*. I.Ü. Orman Fakültesi Dergisi. Seri B, Cilt XXIII, Sayı 2, S. 78-97.
- AKÇA, A.: 1976. *Hava Fotoğrafı Alımlarında Kullanılmakta Olan Filmler ve Bunların Ormancılık Amacıyla Hava Fotoğrafı Değerlendirmelerindeki Önemleri*. I.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XXVI, Sayı 1, S. 67-68.
- AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY: 1968. *Manuel of color Aerial Photography*.
- ERKİN-E: 1978. *Fotogrametri*. İstanbul.
- LUEDER, D.R. (1970): "Aerial Photographic Interpretation", Mc Graw-Hill Book Company, Inc., Newyork.
- ÖRMECİ, C. (1971): "Fotoğrafta Görülen Gri Renk Tonları", I.T.Ü.D. Cilt 29, Yıl 29, Sayı 4, Sf. 43-48.
- ÖRMECİ, C. (1971) "Hava Fotoğraflarında Görülen Erozyon Detaylarının İncelenmesi", I.T.Ü.D. Cilt 29, Yıl 29, Sayı 4, Sf. 49-60.
- TOKMANOĞLU, T.: *Türkiye'de Kullanılan Hava Fotoğraflarının Amenajman İşlerimize Elverişlilik Derecesinin Tesbiti Hakkında Araştırmalar*. Orman Fakültesi Yayını No: 2480/258.
- TOKMANOĞLU, T.: *Fotogrametri Ders Kitabı*. Orman Fakültesi Yayını No: 284/298.
- TOKMANOĞLU, T.: 1966. *Yeryüzüne Ait İlimlerde Fotoğraf Enterpretasyonu Orman Genel Müdürlüğü Teknik Haber Bülteni, Aralık Sayı. 20*.
- TOKMANOĞLU, T.: 1967. *Renkli Hava Fotoğraflarında Yeni Gelişmeler*. Orman Genel Müdürlüğü Teknik Haber Bülteni, Haziran.
- TOKMANOĞLU, T.: 1971. *Remote Sensing*. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt XXI, Sayı 2.
- TOKMANOĞLU, T.: 1974. *Enfraruji Renkli Filmlerle Çekilen Hava Fotoğrafları Yardımıyla Önemli Biyotik ve Abiyotik Etkenlerin Ormanlardaki Zararlarının Tesbiti Üzerine Araştırmalar*. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt XXIV, Sayı 1.
- TOKMANOĞLU, T.: 1978. *Landsat Uydusu ve Türkiye*. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 28, Sayı 1.
- WERT, S.L.: 1969. *A system for using remote sensing techniques to detect and evaluate air pollution effects on forest stand*. Sixth internatl. Symposium on Remote Sensing of Environment Proc., B. 1169-1178.