



#### Atf/Citation

Kesici, Ö.,(2021). Küresel ısınma açısından Süphan dağı buzullarındaki değişimler. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 26 (46), 159-176.

## KÜRESEL ISINMA AÇISINDAN SÜPHAN DAĞI BUZULLARINDAKİ DEĞİŞMELER<sup>1</sup>

The Changes of Mount Süphan Glaciers With Special Reference to Global Warming

Doç. Dr. Ökkeş KESİCİ\*



### Öz

*Küresel ısınma çerçevesinde Süphan dağı buzullarında meydana gelen değişimleri inceleyen bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'nin doğu bölümündeki iklimsel değişimlerin yönünü ve hızını ortaya koymaktır. Bunun yanında son yıllarda bilimsel gündemde önemli bir yere sahip olan küresel ısınmanın Türkiye'nin doğusunda gerçekten etkin olup olmadığı, etkinse bu etkinin ne şiddette gerçekleştiği gibi sorulara yanıt aramaktır. Bunun için Türkiye'nin, üzerinde buzul bulunan en yüksek 3-4 dağından biri olan Süphan seçilmiştir. Bu amaca ulaşmak için, öncelikle hava fotoğraflarından, daha önce yapılmış araştırmalardaki bilgi ve belgeler ile arazi çalışmalarından yararlanılmıştır. Böylece 19. yüzyıl sonundan günümüze kadar, yüz yıldan daha uzun bir sürenin gözlemlenmesi mümkün olmuştur. Ulaşılan sonuçlar ise çarpıcıdır. 19. yüzyıl sonunda, 2.5-3 kilometre uzunluğunda, 400 metre eninde ve 70-100 metre derinliğindeki Süphan kalderasını hemen tamamen dolduran buzullar, geçen zaman içinde eriyerek bütünüyle ortadan kalkmıştır. Bu sonuçlar, 19. yüzyılın ikinci yarısından sonra başlayan ve gittikçe şiddetlenen hızlı bir ısınmayı işaret etmektedir.*

**Anahtar Kelimeler:** İklim değişimleri, küresel ısınma, buzullardaki değişimler, Süphan Dağı, hava fotoğrafları.

### Abstract

*Firstly, of all, one of the major objectives of this study is to identify the direction and speed of climatic changes occurring in the Eastern part of Turkey by examining glacial changes in the region. Seeking answers the questions, such as, whether to global warming has any warming effect on the climate of the Eastern Turkey; if it really has such an effect what, s the magnitude and scope? Would also be among the objectives of the study. To trace the probable effects of the global warming, Eastern Anatolian Mountain Süphan, being one of the highest with summit glaciers, was chosen as the area investigation.*

*Mostly aerial photographs, field studies, documents and related literature have been used during the investigation. In this way analysis of the area was possible for over a hundred-year time beginning from*

<sup>1</sup> Bu makale TÜBİTAK, “Yer, Deniz ve Atmosfer Bilimleri Araştırma Grubu” bünyesinde hazırlanan 101Y131 no’lu projeden üretilmiştir. Bu nedenle TÜBİTAK yönetici ve çalışanlarına teşekkürlerimizi sunarız.

\* Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, [okkes.kesici.1@gmail.com](mailto:okkes.kesici.1@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-4139-462X

*the 19th century up to now. The findings are alarming in all aspects. The Süphan caldera- 2.5-3 km in length; 400 m. in width; 70-100 in depth which was almost filled with glaciers at the end of the 19th century. Since then, approximately 99% of the glaciers have almost completely diminished by melting. This the indication of ever increasing warming effect beginning from the second half of the 19th century.*

**Keywords:** *Climatic changes, global warming, glacial changes, mount Süphan, aerial photographs.*

## 1. Giriş

İklimsel değişimleri incelerken başvurulacak yöntemler arasında ilk akla geleni meteorolojik verilerin kullanılmasıdır. Ancak bu yöntemin önündeki en büyük engel gözlem süresinin kısalığıdır. Zira periyotları yüzlerce hatta binlerce yıl süren iklim değişimlerini, en uzun oldukları yerlerde bile gözlem süreleri 100-150 yılı aşmayan verilerle anlamaya çalışmak mümkün görünmemektedir. Ayrıca süresi ve miktarı durmadan değişen iklim elemanlarının; özellikle sıcaklıkların, belirli bir zaman periyodu içindeki değişimlerinin hangi yönde olduğu, eğilim analizleriyle bir dereceye kadar saptanabilirse de bu değişimlerin ne kadarlık bir sıcaklık artışı veya azalışına karşılık geldiği net olarak ortaya konulamaz. Oysa varlıkları bütünüyle iklim elemanlarına bağlı bulunan buzullar, söz konusu periyot içindeki değişimlerin kümülatif sonuçlarını verdiklerinden, değişimlerin yönünü ve şiddetini hacim olarak artarak veya azalarak hassasiyetle yansıtırlar. Bunun yanında buzullar yüzlerce yılda oluştuklarından birkaç yıllık kısa süreli iklimsel oynamalara değil, nispeten uzun dönemli değişimlere uyma eğilimindedirler. Bu nedenle buzullardaki değişimi izleyerek iklimsel değişimleri anlamaya çalışmak klasik fakat etkili bir yöntem olarak varlığını sürdürmektedir.

Amacı buzullardaki değişimi inceleyerek Türkiye'nin doğu bölümündeki iklimsel değişimleri ortaya koymak olan bu araştırmada Süphan Dağı'nın seçilmesi de tesadüfi değildir. Günümüz iklim koşulları altında Türkiye'de yalnızca 4-5 dağda buzul bulunmaktadır. Bunlar; Güneydoğu Toroslar'ın en yüksek kısımlarını oluşturan Cilo-Sat grubu ile Orta Toroslar'daki Aladağlar, iç bölgelerdeki yüksek volkan konileri olan Ağrı, Süphan, Erciyes ve Kuzey Anadolu Dağları'nın doğu bölümündeki Kaçkar grubudur. Bunlardan Aladağlar ile Erciyes'te yer alan küçük buzul kalıntılarının büyük bir olasılıkla eriyerek ortadan kalkmış olduklarını sanıyoruz. Kaçkar grubu farklı bir iklim bölgesinde yer aldığından Türkiye'yi ve Doğu Anadolu'yu temsil etmeyecektir. Ağrı ise araştırma güçlükleri yanında, çok yüksek olması nedeniyle bir külah buzulla kaplı olduğundan, buradaki buzullar, iklimsel değişimlere daha çok inceler tepki vereceklerinden sonuçları net olarak yansıtmayacaklardır. Böylece geriye yalnızca Süphan ve Cilo-Sat grubu kalmaktadır ki, Cilo-Sat grubu da güvenlik sorunları yönünden daha problemlidir olduğundan Süphan seçilmiştir. Ayrıca günümüz kalıcı kar sınırı yükseltisi Süphan'ın yükseltisi civarında seyrettiğinden değişimleri daha net olarak yansıtmaktadır. Zira herhangi bir buzulda erimenin olabilmesi için kalıcı kar sınırı yükseltisinin buzulun bulunduğu yükseltiyi aşması gerekmektedir.



Şekil 1: Süphan Dağı'nın Konumu

Süphan Dağı, kuzeydoğu-güneybatı yönünde dizilerek Ağrı'dan Nemrut'a kadar uzanan Doğu Anadolu'nun genç volkanları arasında yer alır ve 4058 metreye ulaşan yüksekliği ile Türkiye'nin tüm dorukları içinde üçüncü, volkan konileri içinde ise Ağrı'dan sonra ikinci sırada gelir. Van Gölü'nün hemen kuzeyinde yer alan Süphan Dağı'nın güneybatısında Bitlis'in Adilcevaz, doğusunda Van'ın Erciş, kuzeyinde Ağrı'nın Patnos ve kuzeybatısında da Muş'un Malazgirt ilçesi bulunur. Dağın batı, güney ve doğu yamaçları Adilcevaz, kuzey yamaçları Patnos ve kuzeybatı kısımları da Malazgirt ilçesi içerisinde kalır. Böylece dağ Bitlis, Muş ve Ağrı illerinin sınırlarının keşiştiği bir konumda yer almış olur.

Süphan buzullarıyla ilgili ilk bilgiler, 19. yüzyıl sonlarında Süphan'a tırmanarak araştırmalarda bulunmuş olan Lynch ve Oswald'a aittir (Lynch, 1901, ss. 326-339). Bu araştırmacılar, muhtemelen üzerlerini kaplayan kar tabakası nedeniyle Süphan buzullarından, buzul olarak değil de kalın kar ve buz katmanları şeklinde söz etmişlerdir. Süphan zirve bölgesini detaylı bir şekilde tasvir etmeleri yanında, Süphan buzullarının ilk haritası ve fotoğrafı da yine onlar tarafından yayımlanmıştır. Uzaklık ölçer ve altimetre kullandıkları için oluşturdukları harita şaşılacak derecede doğrudur ve günümüz için çok değerli bir doküman oluşturmaktadır. Daha sonra 1937 yılında Türkiye'nin güneydoğusunda bir morfoloji gezisi yapmış olan Frödin, yayımladığı makalesinde Süphan'la ilgili bilgilere de yer vermiştir (Frödin, 1937, ss. 1-29). Zirveye tırmanmamış olmakla birlikte, farklı yamaçlardan 3000 metrelere kadar çıkmış olan bu araştırmacı, kuzey ve kuzeybatıdaki yüksek sirklerin kalın kar katmanlarıyla örtülü bulunduğunu ve bunların altında ve Süphan'ın zirvesinde büyük bir olasılıkla buzulların bulunması gerektiğini belirtmiştir. Bu araştırmayı 1945 yılında Van Gölü çevresinde coğrafya araştırmaları yapmış olan Erinç'in çalışması izlemiştir (Erinç, 1945, ss. 6-10). Süphan buzulları hakkında şimdiye kadar verilen en ayrıntılı bilgiler bu araştırmada yer almış olmakla birlikte yine de iki sayfayı bulmamaktadır. Ayrıca Erinç, Süphan buzullarından buzul olarak söz eden ilk araştırmacı olması nedeniyle bir bakıma Süphan buzullarını keşfeden kişi de olmuştur. Nitekim kendisi bu keşfin, Frödin'in "Süphan'ın zirvesinde bir buzulun bulunması ihtimali ile ilgili görüşünü" doğruladığını ifade etmiştir (Erinç, 1952, ss. 326-330). Ancak Erinç'in Süphan zirvesiyle ilgili haritası, muhtemelen topografya haritalarının yetersizliği nedeniyle basit ve şematik olarak hazırlanmış olup, bütünüyle kendi algısına dayandığından bazı eksiklikler de içermektedir. Bunlardan başka 1950'li yılların sonunda Van Gölü çevresindeki dağların jeomorfolojisi üzerine yaptığı araştırmada Klaer de Süphan buzullarına değinmiştir (Klaer, 1965, ss. 346-356). İçerisinde Süphan'la ilgili konulara yer verilen en son araştırma ise 1975 yılında Schweizer tarafından yapılmıştır (Schweizer, 1975, ss. 82-86, 128-129). Araştırmacı daha çok bölgenin bugünkü ve Kuaternerdeki kalıcı kar sınırları üzerinde durmuş olmakla birlikte, Süphan Dağı'nın bütününe kapsayan tek harita da yine bu araştırmacı tarafından yapılmıştır.

## **2. Araştırmanın Amacı, Yöntem ve Materyal**

Araştırma aşağıda belirtilen konular üzerinde yoğunlaştırılmıştır: Buzulların güncel durumları, dağılımları ve morfolojik özellikleri ile zaman içindeki değişimleri ve bunların haritalanmaları bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Bir envanter çalışması olan bu yaklaşımla; bir yandan gelecek araştırmalar için temel oluşturulurken, diğer yandan buzulların geçmişten günümüze olan değişimini izlemede karşılaştırma olanağı yaratılması amaçlanmıştır. Ayrıca Süphan'da buzkar ve buzulların değişimini izleyerek iklimsel değişmelerin yönünün ve hızının ortaya konulması hedeflenmiştir. Zira Antarktika ve Grönland gibi buzul kalınlıklarının yer yer 2000-3000 metreleri bulduğu kutup yakını bölgelerden çok, ılıman kuşağın yüksek dağlarını örten ince buzkar ve buzul katmanları iklimsel değişmelere karşı daha duyarlıdır. Bu arada, son yıllarda bilimsel gündemde önemli bir yere sahip olan küresel ısınmanın; Türkiye'nin doğu bölümünde gerçekten etkili olup olmadığı, etkinse bu etkinin ne şiddette gerçekleştiği gibi sorulara yanıt aranmıştır.

Buzullardaki değişim izlenirken öncelikle hava fotoğraflarından, daha önce yapılmış çalışmalardan ve arazi gözlemlerinden yararlanılmıştır. Güncel durumun ortaya konulmasında 2000 yılından beri devam eden arazi çalışmaları ve 2001 yılı hava fotoğrafı kullanılmıştır. 1950'li yılların ortalarına kadar olan durum, 1984 ve 1956 yıllarına ait hava fotoğraflarından, 1898 yılındaki durum ise daha önce yapılmış olan çalışmalardaki bilgi, harita ve fotoğraflardan elde edilmiştir. Böylece 19. yüzyıl sonundan günümüze kadar, yüz yılı aşan bir sürenin gözlemlenmesi olanağı doğmuştur.

## **3. Buzullardaki Değişmeler**

Buzullardaki yakın dönemli değişmelerle ilgili sonuçlar aşağıda açıklanmıştır. Bu konudaki değerlendirmelerimizin; 1898 yılından 1956 yılına kadar olan kısmı daha önce yapılmış olan yayımlardaki harita, fotoğraf ve arazi gözlemlerine, 1956 yılından günümüze kadar olan bölümü 1956, 1984 ve 2001 yıllarına ait hava fotoğraflarına; günümüzdeki durum ise hava fotoğraflarıyla birlikte arazi çalışmaları esnasında yaptığımız ölçümlere dayanmaktadır. Buzullardaki değişim izlenirken, buldukları yerler dikkate alınarak, lav kubbesi (kümüldom) üzerindeki buzullar, kaldera içindeki sirklerdeki buzullar ve kaldera dışındaki sirklerdeki buzullar şeklinde üç farklı üniteye göre ele alınmıştır.





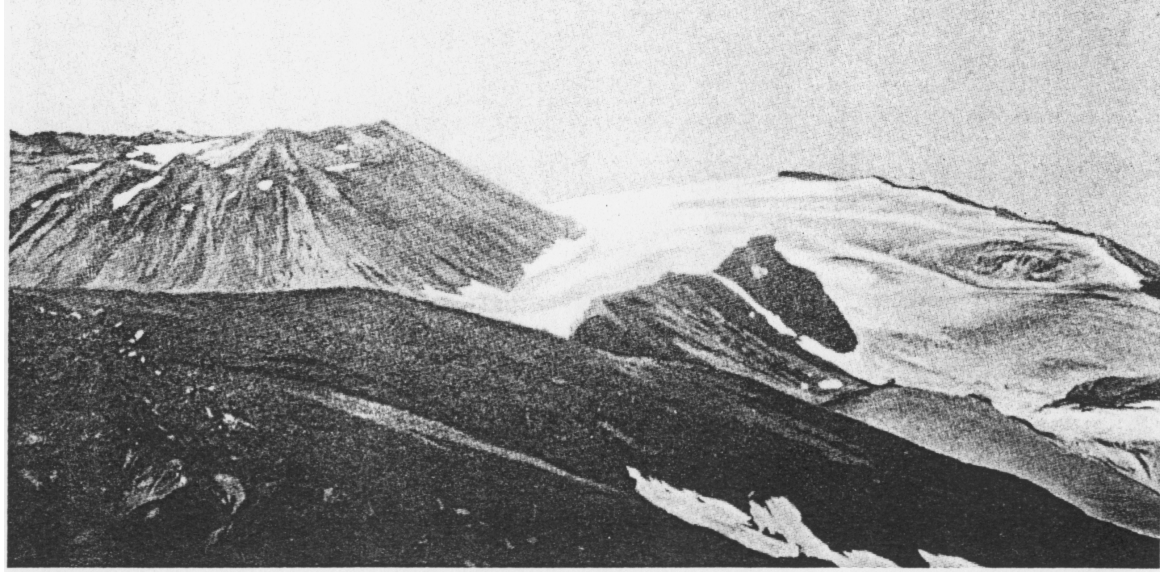


FIG. 188. SIPAN: VIEW FROM THE WESTERN SUMMIT OVER THE SUMMIT REGION.

**Foto 1:** Kaldera İçindeki Buzulların 1898 Yılı Ağustos Ayındaki Görünüşü

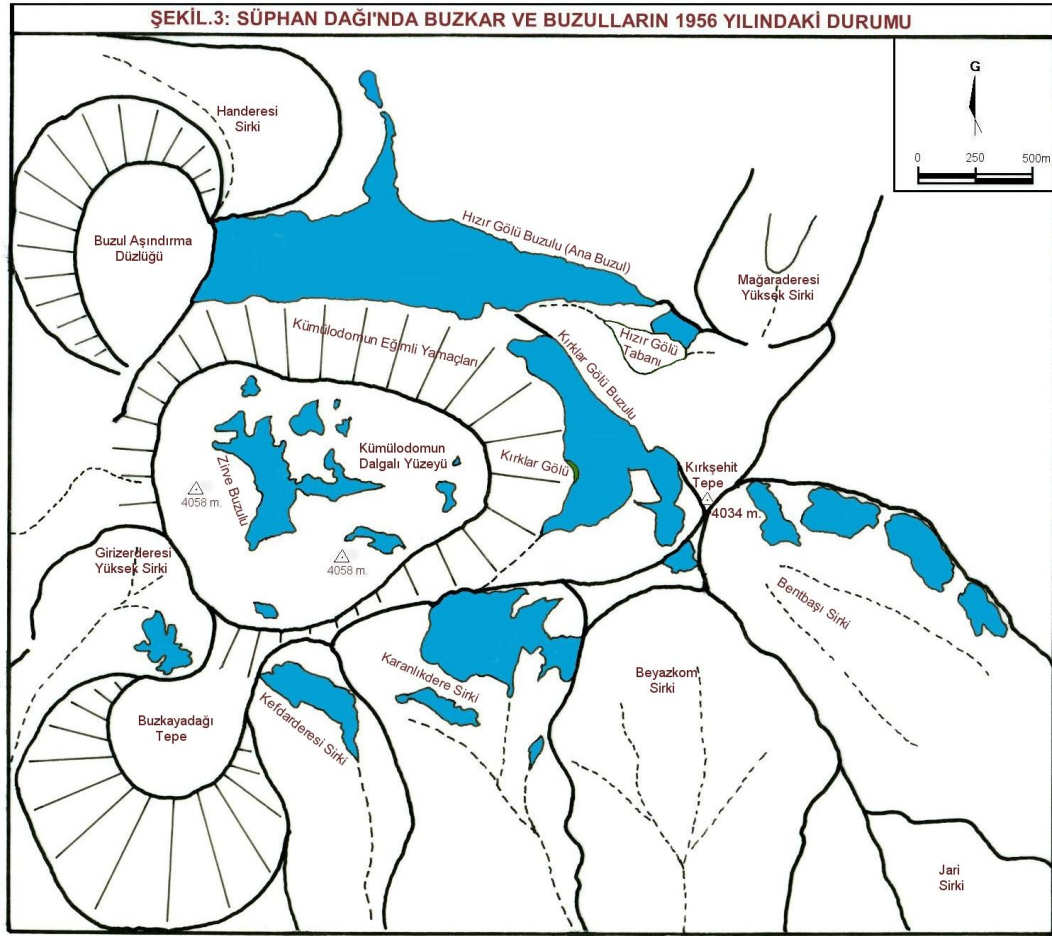
(Fotoğraf, "H.F.B., LYNCH., 1901, Armenia, Travels and Studies. Vol.I" adlı yayından alınmış olup, batıdaki Kırkşehit Tepe'nin güney eteklerinden, kaldera içini görür şekilde doğuya doğru çekilmiştir.)

**Tablo 1:** Süphan Dağı'nda Buzkar ve Buzulların Farklı Yıllardaki Morfometrik Özellikleri

Yıllar		1898			1956			1984			2001		
Üniteler		Uzunluk (km.)	Genişlik (m.)	Kalınlık (m.)	Uzunluk (m.)	Genişlik (m.)	Kalınlık (m.)	Uzunluk (m.)	Genişlik (m.)	Kalınlık (m.)	Uzunluk (m.)	Genişlik (m.)	Kalınlık (m.)
Hızır Gölü Buzulu (Ana Buzul)	Kaldera İçi	2,5-3	450-500	50-90	2150	Doğuda ve Ortada 330-400m. arası	Doğuda 40-50 m. Arası	1500	Doğuda 280	50-60	1050	Doğuda 250	Ortalama 40
						Batıda 275-130 m Arası	Ortada ve Batıda 60-70 m arası		Batıda 80			Batıda 10 m. ve daha az	
Kırklar Gölü Buzkar ve Buzulları					700-800	150-350	50-60	530	50-120	40	200	5-10.	25-30
Zirve Buzulu		Tepelerin yamaçları hariç, tüm saha kalıcı kar, buz kar ve fazla kalın olmayan bir katman buzulla örtülü			600	130-150	30-35	470	90	25-30	280	20-25	5-10

### 3.2- 1956 Yılında Süphan Buzullarının Durumu

1898'den 1956 yılına kadar geçen 58 yıl içinde, kümüldomun üzerini örten ince buzul ve buzkar katmanı büyük ölçüde ortadan kalkmış ve doğuya doğru olan orta kısımdaki hilal şeklindeki büyük parça hariç küçük parçalara bölünmüştür. Bir ucu doğuya, diğer ucu kuzeye doğru uzanan bu yarım ay şeklindeki buzulun uzunluğu 600 metre kadardı ve eni de 130-150 metreler arasında değişmekteydi. Ayrıca doğu-batı yönünde ince bir şerit halinde, hilalin sırtından batıya doğru uzanmaktaydı. Bugün zirve buzulunun önünde oluşmuş olan kümüldomun üzerindeki zirve gölü de, depresyonun tamamını buzul doldurduğundan, henüz teşekkül etmemiştir (Şekil 3).



Şekil 3: Süphan Dağı'nda Buzkar ve Buzulların 1956 Yılındaki Durumu

Bu dönemde kaldera içindeki ana buzul ise ilk defa parçalanmıştır. Yani Hızır Gölü buzulu ile Kırklar Gölü buzulu birbirinden ayrılmış ve aralarına 160-170 metrelik bir boşluk girmiştir (Şekil 3). Hızır Gölü'nün kuzey, doğu ve batısındaki alanlar ile Kırklar Gölü'nün güneye dönük kuzey kısımları büyük ölçüde buzkar ve buzullardan temizlenmiştir. Ayrıca buzullar, doğudaki Buzul Aşındırma Düzlüğü'nden de çekilmiştir.

Bu sırada ana buzul (Hızır Gölü Buzulu), kaldera tabanının doğudaki bölümünü bütünüyle dolduruyor; ancak batıya, Hızır Gölü'ne doğru olan son 1/4'lük bölümü eninden kaybederek devam ediyor ve Hızır Gölü kuzeyindeki parça ile arasına buzulların erimiş olduğu 50-60 metrelik alan giriyordu (Şekil 3).

Kırklar Gölü buzkar ve buzulları ise, bu havzayı Hızır Gölü'nden ayıran sırtın kuzeye bakan güney bölümünü kaplar şekilde güneydoğu-kuzeybatı yönünde 750-800 metre devam ederek, eni de 150-350 metreler arasında değişerek, Kırkşehit Tepe kuzeydoğusuna doğru uzanmaktaydı (Şekil 3).

Bu yılda ana buzulun uzunluğu; Hızır Gölü kuzeyindeki 220 metrelik parça dahil olmak üzere 2150 metreyi buluyor, genişliği doğu ve orta bölümünde 350-400 metre arasında değişiyor, batı yarından itibaren gittikçe daralarak 330 metreden 275 metreye iniyor, nihayet batı ucunda 140-130 metrelere düşüyordu. Doğuda 40-50 metre civarında olan kalınlık, orta bölümünde 60-70 metreler arasında değişiyordu (Tablo 1).

Söz konusu yılda batıdaki Bentbaşı Sirkisi'nin kuzeye bakan güney duvarında, uzunlukları 250 ile 380 metreler arasında değişen, yan yana dizilmiş dört parça buzul kalıntısı bulunmaktaydı. Aynı şekilde kuzeydeki Keftarderesi sirkisi ile özellikle Karanlıkdere sirkisinin kuzeye bakan yamaçlarında 450-550 metre boyutlarında büyük bir buzul parçası bulunmaktaydı (Şekil 3).

### 3.3- 1984 Yılında Süphan Buzullarının Durumu

1984 yılına gelindiğinde en büyük gerileme ana buzulda meydana gelmiştir. Buzul bir yandan doğuda uzunluğundan kaybederken, bir yandan da güneye doğru, kuzeye bakan gölge kaldera duvarına çekilerek, kaldera tabanını terk etmiştir. Bu arada kaldera duvarının üst kısmında da yavaş yavaş erimeler, açılmalar başlamıştır. Bu



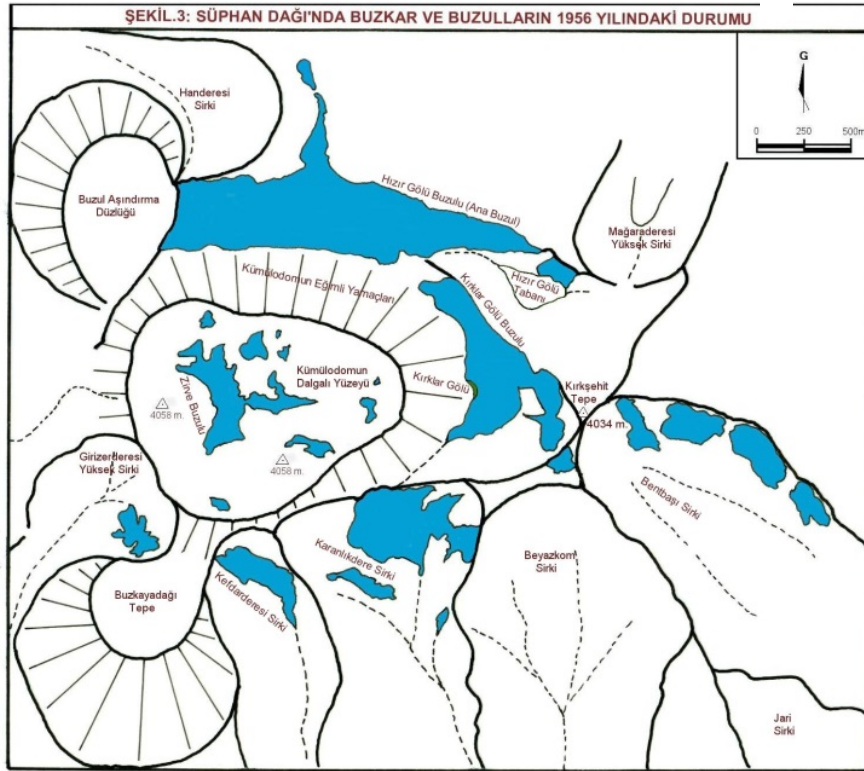




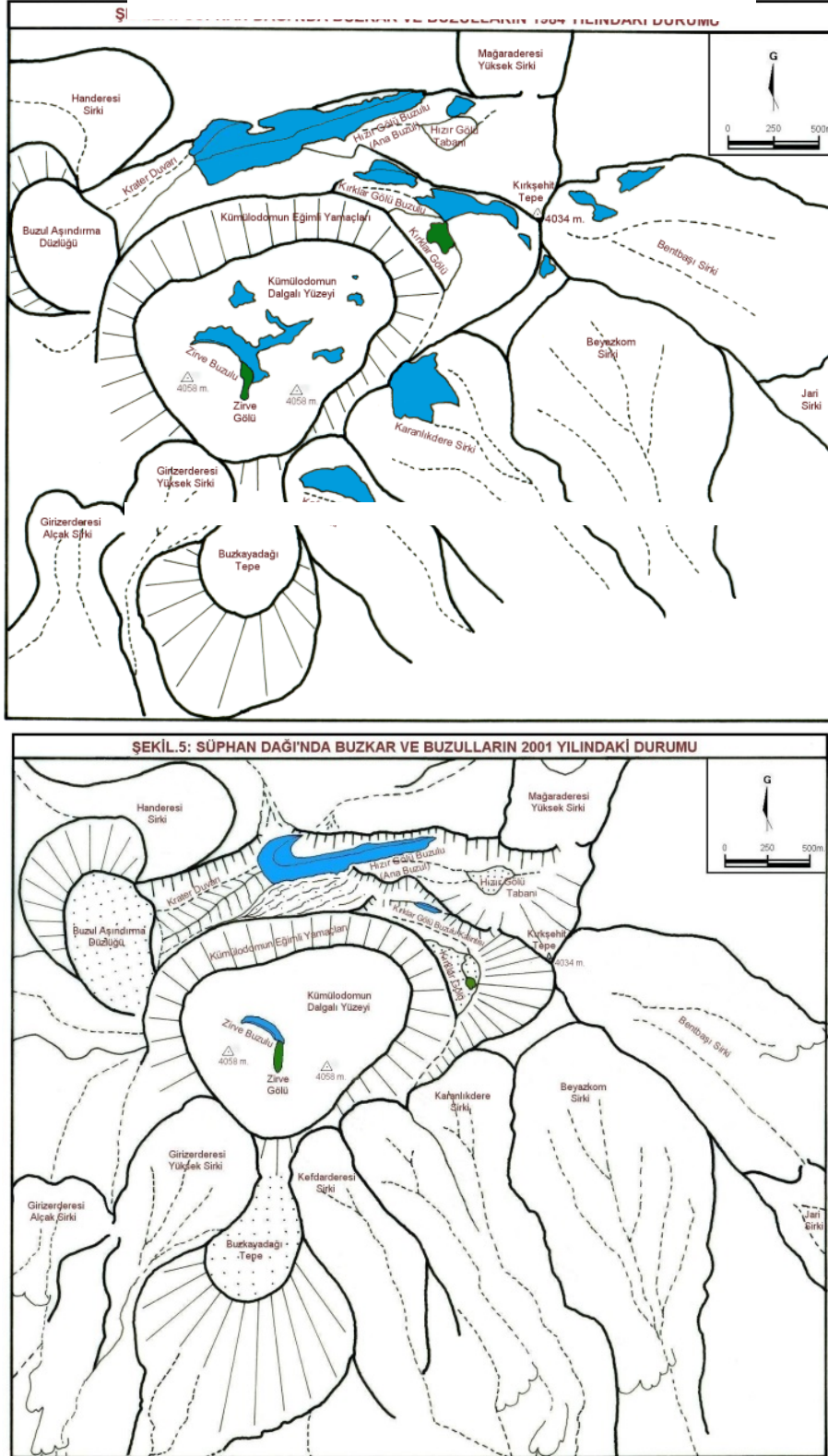
Aynı şekilde iklimdeki ısınmalara bağlı olarak kalıcı kar sınırı da sürekli yükselmiştir. Erinç'in değerlendirmelerine göre, 1940'lı yılların ortasında 3700 metreden geçen kalıcı kar sınırı (Erinç, 1945, ss. 26-27) bugün 4058 metrenin üzerine çıkmıştır. Yani günümüzde Süphan'ın en yüksek noktaları olan kümülodomun üzerindeki düzlüklerde dahi kalıcı karlar bulunmamaktadır. Yalnızca 55-60 yıl içinde kalıcı kar sınırında 350 metre civarında bir yükselme meydana gelmiştir.

Üzerlerinde detaylı araştırmalar yapmış olmamakla birlikte, buzullardaki şiddetli gerilemenin yalnızca Süphan Dağı'na has bir durum olmadığı, Türkiye'nin üzerinde buzul bulunan diğer dağlarında da benzer durumun görüldüğü anlaşılmaktadır. Nitekim 2001 ve 2002 yıllarındaki ziyaretlerimiz esnasında, daha önceki durumlarını eski yayınlardan bildiğimiz Kaçkar, Ağrı ve özellikle Cilo buzullarının da hızla erimekte oldukları gözlemlenmiştir.

Tüm bu sonuçlar 19. yüzyılın ikinci yarısından, yani endüstri devriminin sonuçlarının alınmasından sonra başlayan ve Küçük Buz Çağı olarak adlandırılan soğuk dönemi sona erdiren önemli bir ısınmayı işaret etmektedir. Başlangıçta yavaş seyreden fakat özellikle son 30-35 yıldan bu yana iyice şiddetlenmiş görünen bu eğilim, dünya genelinde de az çok belirgin bir şekilde hissedilmektedir (Şekil 7). Bu sıcak periyodun, bir interglasiyal iklimi olan Holosen'in soğuk ve sıcak dönemler halinde birbirini izleyen doğal salınımlarından biri mi, yoksa endüstri devriminden bu yana insanlığın hızlanan yeryüzü işgali ve artan endüstrileşme ve kentleşme sonucu fosil yakıtları yoğun bir şekilde kullanması nedeniyle, atmosferdeki karbondioksit ve diğer sera gazları oranındaki artışlardan kaynaklanan insan merkezli bir ısınma mı olduğu tam olarak ortaya konulmuş değildir. Bazı araştırmacılar Holosen interglasiyalinin başlamasından beri 12 bin yılın geçtiğini, oysa bir önceki interglasiyalin 20 bin yıl sürmüştüğü, bu yüzden son ısınmanın Holosen interglasiyalinin sıcak dönemlerinden birisi olarak değerlendirilmesi gerektiğini ve gelecek birkaç bin yıl içinde yeryüzü ikliminin yeniden soğumaya başlayabileceğini ileri sürmüşlerdir (Bradshaw ve Weaver, 1995, ss. 156-165; De Blij ve Muller, 1996, ss. 217-227). Buna karşılık diğer bazı araştırmacılar Holosen interglasiyalinin fazla uzun sürdüğünü, şimdiye kadar yeni bir buzul dönemine doğru gidiş sürecinin başlamış olması gerektiğini, bu nedenle son ısınmanın doğal salınımlardan biri olmayıp, insanın çevreyi değiştirmesinden kaynaklanan bir ısınma olabileceğini düşünmektedirler. Aynı şekilde insan ve onun aktiviteleri sonucu atmosferin doğal bileşimindeki gazların miktarında meydana gelen artışların, uzun dönemli iklim değişmelerine sebep olabilecek ve bunu devam ettirebilecek kapasitede olduğunu belirtmektedirler (Strahler ve Strahler, 1992, ss. 68-71).

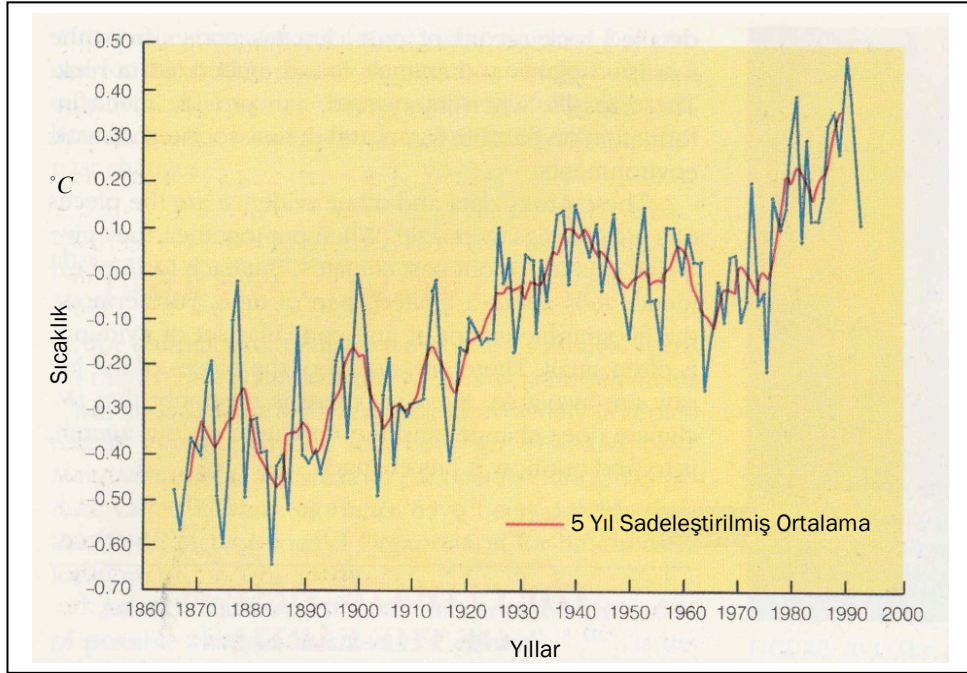






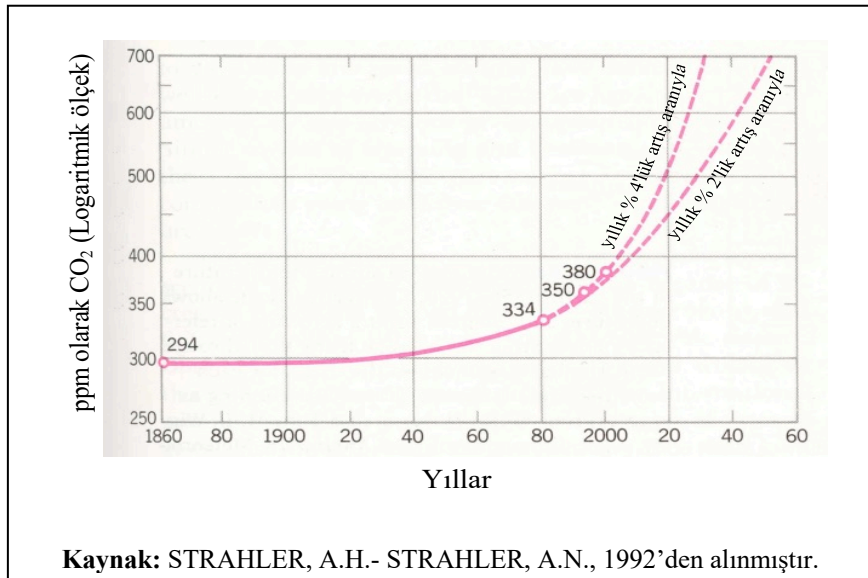
Şekil 6: Süphan Dağı'nda Buzkar ve Buzulların 1956, 1984 ve 2001 Yıllarındaki Durumu

Değerler dünyanın farklı kısımlarından derlenmiş verilerin birleştirilmesiyle elde edilmiş olup, 1951-1980 periyodundaki yıllık ortalama sıcaklıklardan sapmalar şeklinde ifade edilmiştir.



Şekil 7: 1866-1992 Periyodunda Dünya Karasal Alanlarının Yıllık Ortalama Yüzeysel Sıcaklıklarındaki Salınımlar

Gerçekten geçen yüzyılların endüstri öncesi koşulları altında atmosferdeki karbondioksit oranı % 0,0294 civarındaki bir seviyede veya her milyonda 294 birim (ppm) oranında seyretmekteydi, son 130 yıl esnasında (1860-1990) hacim başına %22 artarak 1990'da 350 ppm civarındaki bir seviyeye yükselmiştir. Şekil 8'de görüldüğü gibi, artış oranı başlangıçta yavaş iken, periyodun sonuna doğru iyice hızlanmıştır. Bu eğilimle 2000 yılına kadar 380 ppm'e çıkacağı ve 1860'daki değerinin üzerinde %35 oranında artmış olacağı belirtilmektedir. Fosil yakıtların kullanılmaya devam etmesi durumunda ise yıllık % 4'lük artış oranıyla 2030 yılına kadar bugünkü seviyesinin (1990) iki katına çıkacağı öngörülmektedir (Strahler ve Strahler, 1992, ss. 413-414). Karbondioksit ve diğer sera gazlarının atmosferdeki işlevleri bilindiğine göre, bu gazların küresel atmosfer sıcaklıklarında bir artışa yol açacaklarına kuşku bulunmamaktadır (Strahler ve Strahler, 1992, ss. 413-414). Sera etkisi adı altında tanınan bu olayda karbondioksit ve diğer gazların, güneşten gelen kısa dalgalı radyasyonun yeryüzüne ulaşmasına büyük ölçüde izin verdikleri, buna karşılık yeryüzünden yayılan uzun dalgalı kızılötesi ışınları absorbe ederek uzaya kaçmalarına olanak vermedikleri, böylece atmosferin daha fazla ısınmasına yol açtıkları bilinmektedir.



Kaynak: STRAHLER, A.H.- STRAHLER, A.N., 1992'den alınmıştır.

Şekil 8: Atmosferde Bulunan Karbondioksit Oranındaki Artışlar

1990'a kadar olan durum gözlemlenmiş, 21.yüzyıla doğru olan durum ise öngörülmüştür.

**Tablo 2:** Sera Etkisine Yol Açan Gazlar

Gazın Adı	Miktarı (ppm x 1000)	Yıllık Artış Oranı(%)	Oransal Katkısı(%)
Karbondioksit (CO <sub>2</sub> )	353.000	0.5	60
Metan (CH <sub>4</sub> )	1.700	1.0	15
Azot oksit(N <sub>2</sub> O)	310	0.2	5
Ozon (O <sub>3</sub> )	10-50	0.5	8
CFC-11	0.28	4.0	4
CFC-12	0.48	4.0	8

**Kaynak:** STRAHLER, A.H.-STRAHLER, A.N., 1992'den alınmıştır

Bu açıklamaların ışığında, gerek karbondioksit oranındaki artışların görüldüğü dönem ile sıcaklıkların artmaya başladığı dönemin üst üste binmiş olması, gerekse her ikisinin de gittikçe hızlanan bir seyir izliyor olması küresel ısınma ile ilgili görüşleri açıkça desteklemektedir. Sonuç olarak yoğun endüstrileşme ve şehirleşmenin uzağında, Doğu Anadolu'nun doğusundaki bir dağda böylesine hızlı buzul erimelerinin görülmesi, küresel ısınmanın gerçekten küresel boyutta etkin olduğunu ortaya koymaktadır.

## 5. Kaynakça

- Bradshaw, M. & Weaver, R. (1995). *Foundations of Physical Geography*. Dubuque, Ia. u.a.: WCB, Iowa, U.S.A.
- De Blij, H. J. & Muller, P. O. (1996). *Physical Geography of the Global Environment*. New York: Wiley.
- Erinç, S. (1945). *Van Gölü ve Çevresinde Coğrafi Araştırmalar*. (Yayımlanmamış doçentlik tezi). İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Erinç, S. (1952). The Present Glaciation in Turkey (ss. 326-330). 17th International Geographical Congress, sunulmuş bildiri, Washington.
- Frödin, J. (1937). La morphologie de la Turquie sud-est. *Geografiska Annaler*, 19, 1-29. doi:10.2307/520018
- Klaer, W. (1965). Geomorphologische Untersuchungen in den Randgebirgen des Van-See (Ostanatolien). *Zeitschrift für Geomorphologie*, 9(3), 346-356.
- Lynch, H. F. B. (1901). *Armenia Travels and Studies, Vol. 2: The Turkish Provinces*. London.
- Schweizer, G. (1975). *Untersuchungen zur Physiogeographie Van Ostanatolien und Nordwestiran. Geomorphologische, Klima und Hydrogeographische Studien im Vansee- und Rezaieyehsee Gebiet-Tübinger Geographische Studien, Heft: 60, Sonderband 9, Tübingen*.
- Strahler, A. H. & Strahler, A. N. (1992). *Modern Physical Geography* (Forth ed.). New York: Wiley

## 6. Fotoğraflar



**Foto 20:** Kırklar Gölü'nün Kümülodom Üzerinden Görünüşü (Eylül 2001).





**Foto 21:** Kırklar Gölü Buzunun Kümüldomun Güneybatı Yamacından Görünüşü (Eylül 2001).



**Foto 24:** Hızır Gölü Buzunun (Büyük Buzulun) Kümüldomun Güney Yamacından Görünüşü (Eylül 2001).



**Foto 25:** Buzulların 1950'li Yıllardan Sonra Terk Ettiği Kaldera Tabanı ve Duvarının Kümüldomun Güney Yamacından Bir Görünüm.





**Foto 26:** Kaldera Tabanında 35-40 Yıl Önce Gün Yüzüne Çıkmış Olan Dip Morenlerinin Görünüşü.



**Foto 2:** Güneydoğudaki Buzul Aşındırma Düzlüğünün Kümülodom Üzerinden Görünüşü.





**Foto 3:** Kaldera İçindeki Kırklar Gölü ve Kümülodomun Kırkşehit Tepe Üzerinden Görünüşü.



**Foto 4:** Aygır Maar Gölü'nün Güneyden Görünüşü.



**Foto 5:** Güeny Yamaçtaki Aygır Maar Gölü'nün Küçük Kale Tepe Üzüründen Görünüşü.





**Foto 6:** Zirve Gölü ve Zirve Buzununun Kuzeyden Görünüşü.



**Foto 7:** Erimeler nedeniyle Altan Oyulan Zirve Buzununun Yakından Görünüşü (Eylül 2001).

