

ÇIĞ RİSKİNİN BELİRLENMESİNDE AĞIRLIK FAKTÖRÜ YÖNTEMİ

Ar.Gör.Abdurrahim AYDIN¹⁾

Kısa Özet

Çığlar dünyanın bir çok dağlık bölgesinde can ve mal kaybına neden olmaktadır. Can ve mal kayıplarını azaltmak için çığların gelişim sürecini çok iyi değerlendirmek, çığları önleyici veya zararını azaltıcı önlemler almak gerekir. Çığların yıkıcı ve öldürücü etkilerini azaltmak için çığ risk haritalaması en çok kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Son yıllarda Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yöntemi kullanılarak eğim, bakı ve yükselti parametrelerine dayanan "Ağırlık faktörü" metodu bu amaç için kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çığ, Ağırlık faktörü, Eğim, Bakı, Yükselti

WEIGHT FACTOR METHOD IN DETERMINING AVALANCHE RISK

Abstract

Snow avalanches are common phenomena in most mountainous countries which cause life and good losses. Reducing loss of lives and goods depends on taking suitable countermeasures and evaluating development process of avalanches. In the past decades avalanche hazard mapping was used for reducing detrimental interventions of avalanches. Meanwhile in the recent years GIS integrated Weight Factor method which is taking into account only slope, aspect and altitude parameters has been used for hazard mapping.

Key words: Snow avalanche, Weight factor, Slope, Aspect, Altitude

1. GİRİŞ

Dağlık arazide ve dere havzalarının yüksek kesimlerindeki yamaçlar üzerinde biriken kar örtüsünün zaman zaman çeşitli nedenlerle dengesini yitirip harekete geçmesiyle kar çığları oluşur (GÖRCELİOĞLU 2003); çığlar bazen taş, toprak, buz ile (McCLUNG/SCHAERER 1993) ağaç ve kütük parçaları da içerebilirler (HÜBL ve ark. 2002, QUINN/PHILIPS 2000). Ayrıca çığlar kar veya buz kütlelerinin yamaç aşağısına doğru hareketi olarak tanımlanmıştır (WEIR 2002).

¹⁾ İ.Ü.Orman Fakültesi Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı

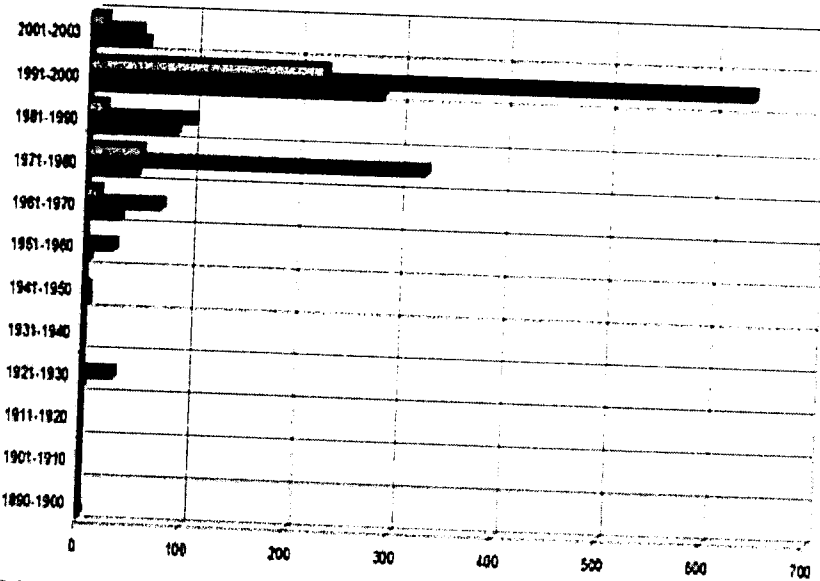
Çığ; kar örtüsü, sıcaklık, eğim, baki, yükselti, rüzgar yönü, arazi yapısı, bitki örtüsü ve kar örtüsünün genel durumu gibi etkenlerin bir fonksiyonudur (QUINN/PHILIPS 2000). Ağırlık faktörü yöntemi ise bu fonksiyonlardan eğim, baki ve yükselti faktörlerine dayanılarak geliştirilmiş ve CBS uyumlu bir yöntemdir.

Çıgların potansiyel olarak meydana gelebileceği yerlerin belirlenmesi can ve mal kaybının önlenmesinde yaşamsal öneme sahiptir. Özellikle çığ riski altındaki dağlık bölgelerde yaşayan insanların can ve mal güvenliği ile bu yörelerdeki turizm veya diğer sportif faaliyetlerin sürekliliğini sağlamak için çığ risk haritalaması büyük önem taşımaktadır.

Küresel bir sorun olan çığ felaketinden etkilenen ülkeler arasında Avusturya, Bulgaristan, Kanada, Şili, Çin, Çek Cumhuriyeti, Slovakya, Fransa, İzlanda, Hindistan, İtalya, Japonya, Nepal, Yeni Zelanda, Norveç, Pakistan, Peru, Polonya, Romanya, İskoçya, İsveç, İsviçre, A.B.D., Almanya ve Rusya bulunmaktadır (ANONİM 1990). Bu listeye Türkiye'yi de eklememiz gerekir.

CAIC (Kolorado Çığ Bilgi Merkezi)'nin ABD ve Dünya Çığ Kazaları İstatistikleri (2000) raporuna göre IKAR¹⁾ ülkelerinden Fransa'da 1985-1999 yılları arasında 394 kişi çığ nedeniyle hayatını kaybederken bu rakam Avusturya'da 339, İsviçre'de 297, ABD'de 272, İtalya'da 247 ve Kanada'da 141 dir.

Ülkemizde ise Afet İşleri Genel Müdürlüğü (AİGM)'nin 1890-2003 yılları arasındaki kayıtlarına göre toplam 1229 kişi hayatını kaybetmiştir. Sadece 1991-2000 yılları arasında 282 çığ olayı meydana gelmiş, 227 kişi ölürken 639 kişi yaralanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1: AİGM'nin kayıtlarına göre 1890-2003 yılları arasında ülkemizde meydana gelen çığ olayları ve bu olaylarda ölen ve yaralanan kişi sayıları (AİGM 2004).

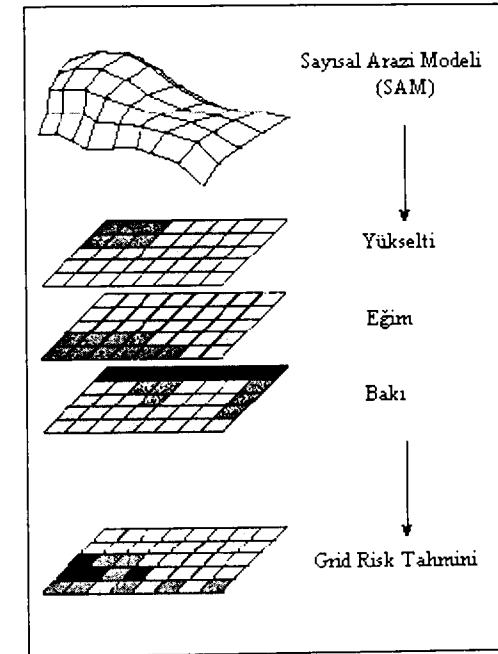
¹⁾ IKAR: Internationale Kommission für Alpines Rettungswesen (Uluslararası Alp Kurtarma Komisyonu)

2. AĞIRLIK FAKTÖRÜ YÖNTEMİ

İsviçre Kar ve Çığ Araştırmaları Enstitüsü (SLF)'nin önerdiği ve CBS ile uyumlu Ağırlık Faktörü (Weight Factor) yöntemi ile çığ olasılığı belirlenebilmektedir.

Yöntemin CBS ile uyumlu olması risk haritalarını güvenilir bir şekilde ve kısa sürede üretmeyi sağlamaktadır. Risk olasılığı belirlenecek olan bölgenin uygun ölçekte topografik haritasının bir CBS yazılımı ile sayısallaştırılması sonucunda yöntem için gerekli olan eğim, baki ve yükselti sınıfları belirlenebilmektedir. Elde edilen bu sınıfların üst üste çakıştırılması (superimpose) suretiyle risk haritaları üretilebilmektedir. Bu yöntemde değişkenler eğim, baki ve yükseltidir (LEUTHOLD ve ark. 1996).

Çığ riski belirlenecek olan alanın topografik haritasının sayısallaştırılması sonucunda raster formatta Sayısal Arazi Modeli (SAM) elde edilmektedir. Raster formattaki haritalar gridlerden (piksel) oluşmakta ve bu gridlerden her birinin sayısal bir değeri bulunmaktadır. SAM'den elde edilen eğim, baki ve yükselti sınıflarında da her bir gridin sayısal bir değeri bulunmakta¹⁾ ve üst üste gelen gridin başka bir deyişle aynı gridin eğim, baki ve yükselti değerinin çarpılması ile sözkonusu gridin çığ riski belirlenmekte ve buna Grid Risk Tahmini (GRT) denilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2: Ağırlık faktörü yöntemine göre Grid Risk Tahmini

¹⁾ Bu konu CBS'de Alan Temelli İşlemler (Field Based Operations in GIS)'in konusudur. Daha ayrıntılı bilgi için Tomlin (1990) ve Worboys (1995)'a bakılabilir.

Ancak yöntemle risk haritası yapılırken alandaki karın durumu dikkate alınmamaktadır (SELFRIEDGE 2002). Yöntemin dikkate aldığı değişkenler aşağıda değerlendirilmiştir.

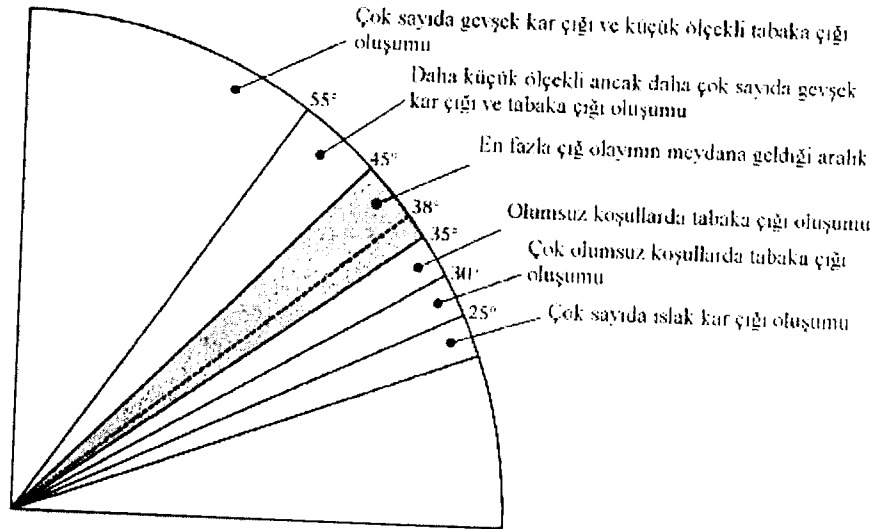
2.1.Eğim (P_{sp})

Yamaç eğimi arttıkça daha fazla miktarda kar kayma eğilimi gösterir. Ancak eğim arttıkça çığ riski de buna paralel olarak artmamaktadır (TREMPEL 2001).

Çığlar genellikle 25° 'nin altındaki eğimlerde nadiren meydana gelmektedir (McLAREN 2000, McCLUNG/SHEARER 1993). Eğimi 25° - 55° arasında olan yamaçlarda tabaka çığları meydana gelir.

Yamaç eğiminin 25° 'nin altında olması halinde birikmiş kar kütleindeki kesme gerilmesi ve kesme deformasyonu bu kütlede herhangi bir kırılma yapacak kadar büyük olmadığından kopma ve dolayısıyla çığ meydana gelmez (McCLUNG/SHEARER 1993).

Nitekim 1984-1996 yılları arasında Kanada'da meydana gelen 184 ayrı çığ olayının; 8° 'nin 25° 'nin altındaki eğimlerde, 83° 'ünün 25° - 40° arası eğimlerde ve 9° 'unun da 40° 'nin üzerindeki eğimlerde meydana geldiği bildirilmiştir (McLAREN 2000). Yine Amerika, İsviçre ve Japonya'da çığların 50° 'sinin 35° - 40° eğime sahip yamaçlarda meydana geldiği bildirilmiştir (PERLA/MARTINELLI 1976). Ayrıca yamaç eğiminin 25° 'den büyük olması halinde tabaka çığlarının, 35° 'den büyük olması halinde ise gevşek kar çığlarının daha yaygın olarak görülebileceği belirtilmiştir (UNESCO 1981).



Şekil 3 : Yamaç eğimine göre çığ oluşumu (TREMPEL 2001).

Hemetsberger ve ark.(2002) da arazi eğiminin 30° 'nin üzerinde olduğu alanlarda çığ riskinin yüksek olduğunu bildirmiştir. 45° 'nin üzerindeki eğimlerde ise yamaç eğiminden dolayı büyük tabaka çığları meydana getirecek kadar kar birikmemektedir (BARTON/WRIGHT 1985).

Ancak eğimi 38° - 40° arasında olan yamaçlar en fazla risk taşıyan bölgelerdir (TREMPEL 2001, FREDSTON/FESLER 1999; Şekil 3).

Himalayalarda yapılan ve Himalayaları alt,orta ve üst zon olarak üçe ayıran çalışmanın sonuçlarına göre; Alt Himalaya Zonunda meydana gelen çığların 64° 'ünün 30° - 38° arasında, 13° 'ünün 38° - 42° arasında. Orta Himalaya Zonunda meydana gelen çığların 75° 'inin 32° - 40° arasında. Üst Himalaya Zonunda ise çığların 67° 'sinin 28° - 32° arasında, 33° 'ünün de 32° - 40° arasındaki eğimlerde meydana geldiği bildirilmiştir (SHARMA/GANJU 2000).

Ağırlık faktörü yönteminde eğim 5 sınıfa ayrılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1: Ağırlık Faktörü yöntemine göre eğim sınıfları

Eğim (derece)	Ağırlık faktörü
0 – 15	1
15 – 25	2
25 – 28	3
28 – 30	4
30 – 90	5

2.2. Bakı (P_{asp})

Bakı, yamaçta biriken kar örtüsüne gelen radyasyon üzerinde doğrudan etkilidir. Dolayısıyla kar örtüsünün sıcaklığını ve duraylılığını etkilemektedir (FREDSTON/FESLER 1999, McCLUNG/SHEARER 1993). Gölge yamaçlar, Kuzeye bakan sırtlar ve vadi tabanları güneş ışığını doğrudan daha az almakta (TREMPEL 2001, McCLUNG/SHEARER 1993), buna karşılık uzun dalga radyasyonu (long-wave radiation) ısı kaybetmektedirler. Kar örtüsü kışın diğer bakılara nazaran daha soğuk olmakta, daha yavaş duraylı hale gelmekte ve derin kırç (depth hoar) ile yüzey kırç (surface hoar) sonucu daha zayıf tabaka oluşturmaktadır. Ancak yazın havalarda ısınmasıyla birlikte kar örtüsü yavaş yavaş duraylı hale gelmektedir. (McCLUNG/SHEARER 1993).

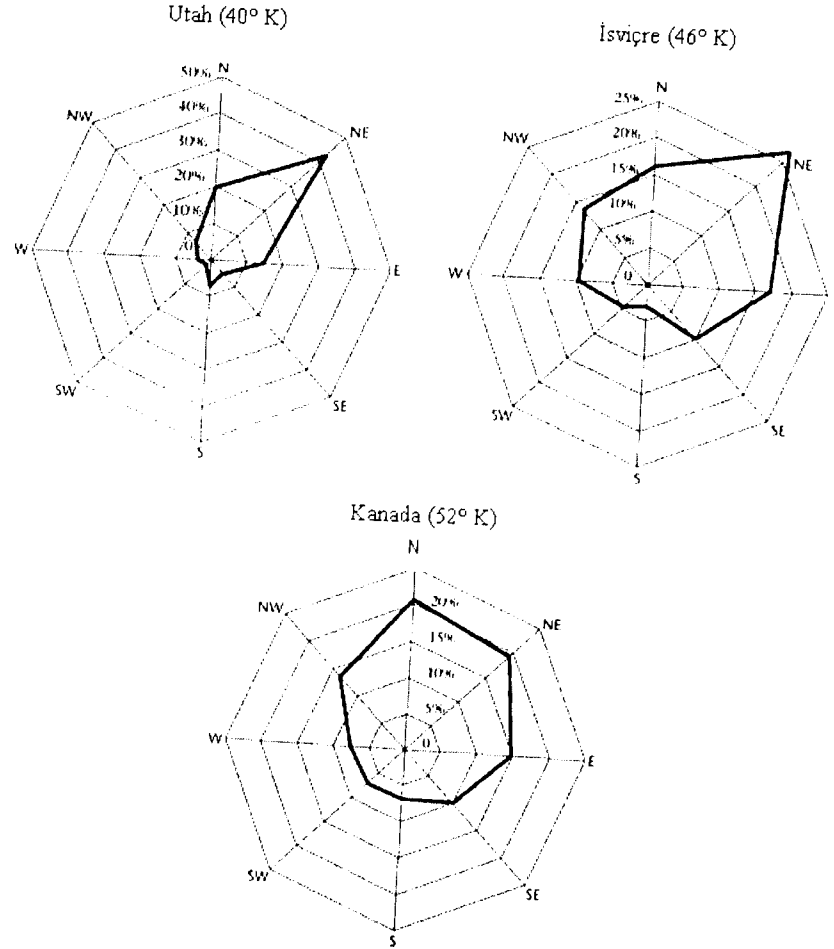
Güneşli bakılardaki yamaçlar üzerinde birikmiş kar örtüsünde ise gölge bakılara nazaran kışın daha fazla ısıya sahip ve daha duraylı bir yapı görülmektedir. Bununla beraber kış sonuna doğru ve ilkbaharda bu bakılardaki kar örtüsü çabucak duraylılığını kaybedebilir (McCLUNG/SHEARER 1993). Gölge yamaçlarda tabaka çığı oluşumu riski, güneşli yamaçlarda da ıslak kar çığı oluşumu riski daha yüksektir (UNESCO 1981).

İsviçre ve Avusturya İstatistiklerine göre çığların 50° 'si Kuzeybatı-Kuzey ve Doğu (NW-N-E) bakılarında gerçekleşmektedir (HEMETSBERGER ve ark. 2002). Maggioni ve ark. (2003), inceledikleri 84 çığ olayının 35° 'inin Batı-Kuzeybatı, 34° 'ünün Kuzey-Kuzeybatı 15° 'inin de Batı bakılarında gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Himalayalarda yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara göre; Alçak Himalaya Zonunda meydana gelen çığların 63° 'ünün Güneydoğu ve Güneybatı bakılarında, 28° 'inin Kuzeydoğu ve Güneydoğu bakılarında, 9° 'unun da Kuzey bakılarında meydana geldiği, Orta Himalaya Zonunda ise çığların 58° 'inin Güneydoğu ve Güneybatı bakılarında, 37° 'sinin Güneydoğu

bakısında ve Yüksek Himalaya Zonunda da çığların %42'sinin Kuzeybatı ve %34'ünün de Kuzey-Kuzeybatı bakılarında meydana geldiği bildirilmiştir (SHARMA/GANJU 2000).

Utah, İsviçre ve Kanada'da yapılan bir çalışmada çığların meydana geldiği bakılar dikkate alınmış ve Utah'da 40° Kuzey, İsviçre'de 46° Kuzey ve Kanada'da 52° Kuzey bakılarda en fazla çığ olayı yaşandığı görülmüştür (TREMPEL 2001) (Şekil 4).



Şekil 4: Bakıya göre çığ oluşumu (TREMPEL 2001).

Yukarıda verilen açıklamalardan da anlaşılacağı üzere yöntemde bakı için ağırlık faktörü her yerde aynı olmayıp ağırlık faktörü o yerde daha önce meydana gelmiş olan çığların incelenmesinden sonra belirlenmektedir.

Yöntemde bakı 6 sınıfa ayrılmıştır (LEUTHOLD ve ark. 1996; Tablo 2).

Tablo 2: Ağırlık faktörü yöntemine göre bakı sınıfları

Yön	Kuzey sıfır (0) olmak üzere	Ağırlık faktörü
KB	315°-90°	5
D-DGD	90°-112.5°	3
BKB-KB	292.5°-315°	3
DGD-GD	112.5°-315°	2
B-BKB	270°-292.5°	2
GD-B	135°-270°	1

2.3. Yükselti (P_{alt})

Yükselti, sıcaklık, rüzgar ve yağış üzerinde etkilidir. Yükselti arttıkça hava sıcaklığında daha fazla soğuma, daha fazla kar yağışı ve daha güçlü (hızlı) rüzgarlar görülür (FREDSTON/FESLER1999). Bu faktörler çığlar üzerinde büyük etkiye sahiptir¹.

Denizden yükseklik için ağırlık faktörü her yerde aynı olmayıp o yerin (ülkenin) topografik yapısına bağlıdır ve daha önceki çığların incelenmesi ile uzmanlar tarafından belirlenir (LEUTHOLD ve ark. 1996).

Yöntemde yükselti SELFRIDGE (2002)'e göre 5 sınıfa ayrılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3: Ağırlık faktörü yöntemine göre yükselti sınıfları (SELFRIDGE 2002)

Yükselti(m)	Ağırlık faktörü
<1000	1
1000 - 1200	2
1200 - 1400	3
1400 - 1600	4
>1600	5

¹ Daha fazla ayrıntı için Perla/Martinelli (1976), McClung/Shearer (1993), Fredston/Fesler 1999, Tremper (2001)'e bakılabilir.

Bir alanın düşük ya da yüksek potansiyel risk taşıması bu üç faktör arasındaki ilişkiye bağlıdır¹. Örneğin eğer alan denizden çok yüksek fakat düşük eğime sahip ise burada risk düşük veya tam tersi denizden yüksekliği az fakat eğimi yüksek ise burada da risk fazladır (SELFRIDGE 2002).

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çığ riski altında olan bir bölgede bu riskin daha önceden belirlenmesi hayati önem taşımaktadır. Bunun sonucunda arazi kullanımında düzenlemelere gidilebilir, bazı kullanımlar için sınırlama getirilebilir veya tamamen yasaklanabilir.

"Ağırlık Faktörü" yöntemine göre çığ riski bazı topoğrafik parametrelere dayanarak kolayca belirlenebilmektedir. Bu riskin belirlenmesinde sadece eğim faktörünün ağırlığı her yerde aynıdır; bakı ve yükselti faktörlerinin ağırlığı o yörede daha önce meydana gelmiş olan çığların uzmanlar tarafından yorumlanmasından sonra belirlenebilmektedir.

Yönteme göre eğim, bakı ve yükselti 1-5 arasında değişen ağırlık değerini alabilmektedir. Çığ olasılığının belirleneceği yörede eğim, bakı ve yükselti değerleri çarpılarak Grid Risk Tahmininde bulunmakta ve sonuca göre o yöre "düşük" ile "çok yüksek" arasında değişen bir potansiyel risk değerine sahip olmaktadır.

Ağırlık faktörü yönteminde çığ riski belirlenecek alandaki kar örtüsünün durumu dikkate alınmadığından söz konusu alan hakkında çok az bilgiye sahip olduğunda başvuru bir yöntemdir.

Bu yöntemin uygulanması çığ riski belirlenecek bölgede daha önce meydana gelen çığların güvenilir bir şekilde kayıtlarının tutulmasına bağlıdır. Çünkü bu kayıtlar sonucunda yörenin bakı ve yükselti sınıfları belirlenebilmektedir.

Söz konusu faktörlerin topoğrafik faktörler olması ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanmaya elverişli olması yöntemin kolay uygulanabilen bir yöntem olmasını sağlamaktadır. Çünkü çığ riski belirlenmek istenen yörenin topoğrafik haritasının sayısallaştırılması ile yukarıda sözü edilen eğim, bakı ve yükselti sınıfları kolaylıkla elde edilebilmektedir. Gerekli sorgulamalar yapmak suretiyle söz konusu yerin potansiyel risk derecesinin, dolayısıyla çığ risk haritasının çıkarılması mümkün hale gelmektedir.

KAYNAKLAR

AİGM (Afet İşleri Genel Müdürlüğü) 2004: <http://www.ciggrubu.org/3bgrafik.htm>. Erişim tarihi: 30.01.2004

ANONİM 1990: Snow Avalanche Hazards and Mitigation in the United States. Panel on Snow Avalanches. National Academy Press. Washington D.C. USA

BARTON, R.D. ; WRIGHT, D.S.B. 1985: A Chance in a Million? Scottish Avalanches. The Scottish Mountaineering Trust. ISBN 0-907521-11-8 Liecester

¹ Leuthold ve Ark. (1996) bir bölge için risk olasılığı belirlenirken (risk haritası çıkarılırken) çarpılan eğim, bakı ve yükselti değerlerinin o bölge için daha önce meydana gelen çığların tekrarrüne göre belirlenen "Risk Seviyesi" değeri ile çarpılması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu değer 2 ile 10 arasında değişmektedir.

CAIC (Colorado Avalanche Information Center) 2000: ABD ve Dünya Çığ Kazaları İstatistikleri http://geosurvey.state.co.us/avalanche/US_World_stats/1999-2000/US1999-2000.html Erişim tarihi: 30.01.2004

FREDSTON, J; FESLER, D. 1999: Snow Sense: A Guide to Evaluating Snow Avalanche Hazard. Alaska Mountain Safety Center, Fourth Edition. Anchorage. Alaska.

GÖRCELİOĞLU, E. 2003: Sel ve Çığ Kontrolü. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No:4415, O.F. Yayın No: 473, İstanbul.

HEMETSBERGER, M.; KLINGER, G.; NIEDERER, S. 2002: Risk Assesment of Avalanches-A Fuzzy GIS Application, 5th International FLINS (Fuzzy Logic and Intelligent Technologies in Nuclear Science) Conference on Computational Intelligent Systems for Applied Research, 16-18 Sept 2002, Gent, Belgium.

HÜBL, J ; KIENHOLZ, H ; LOIPERSBERGER, A. 2002: DOMODIS. Documentation of Mountain Disasters, State of Discussion in the European Mountain Areas, Internationale Forschungsgesellschaft INTERPRAEVENT, Schriftenreihe 1.Handbuch 1,Klagenfurt.

LEUTHOLD, H.; ALLGÖWER, B.; MEISTER, R. 1996: Visualization and Analysis of the Swiss Avalanche Bulletin Using GPS. International Snow Science Workshop, Banff, Canada.

MAGGIONI, M.; GRUBER, U.; STOFFEL, A. 2003: Definition and Characteristic of Potential Avalanche Release Areas, http://www.wsl.ch/slf/staff/pers-home/maggioni/release_areas.htm Erişim Tarihi: 25.08.2004

McCLUNG, D.M.; SCHAEERER, P.A. 1993: The Avalanche Handbook, The Mountaineers Publication, Seattle. WA. USA.

McLAREN, S. 2000: Suitability Mapping of Avalanche Trigger Sites on the North Shore Mountains. Vancouver Using A Digital Elevation Model and GIS. www.geoweb.dnv.org/Community/project1.pdf Erişim tarihi: 10.09.2004

PERLA, R.I.; MARTINELLI Jr.M. 1976 (Revised 1978): Avalanche Handbook, USDA Agricultural Handbook 489, Washington, DC.

QUINN, M.S.; PHILIPS, J. 2000: Avalanche Paths in TFL14: Inventory, Description, Classification and Management, Final Report to Crestbrook Forest Industry Inc. FRBC Project:KB96-204-IN, University of Calgary, Canada.

SELFRIDGE, J. 2002: Avalanche Hazard Potential for the Mount Marcy Region, New York. Spatial Analysis for Rescue Management RM 493/591

SHARMA, S.S.; GANJU, A. 2000: Complexities of Avalanche Forecasting in Western Himalaya-An Overview. Cold Regions Science and Technology 31 (2000) 95-102. Elsevier Publication.

TOMLIN, C.D. 1990: Geographic Information Systems and Cartographic Modeling, Prantice-Hall. ISBN: 0-13-350927-3

TREMPER, B. 2001: Staying Alive in Avalanche Terrain. The Mountaineers Publication, Seattle, WA. USA

UNESCO 1981: Avalanche Atlas: Illustrated International Avalanche Classification, ISBN 92-3-001696-9 Switzerland.

WEIR, P. 2002: Snow Avalanche Management in Forested Terrain, Land Management Handbook No:55. Canada.

WORBOYS, F.M. 1995: GIS: A Computing Perspectives, Taylor & Francis publishers, ISBN: 0-203-48155-0