

---

SERİ **B**

CİLT **35**

SAYI **2**

**1985**

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

# ORMAN FAKÜLTESİ

## DERGİSİ



# ORMAN YANGINLARI İLE TOPRAK ISINMASI ARASINDAKİ İLİŞKİLER VE YANGINLARIN TOPRAK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Kamil ŞENGÖNÜL<sup>1</sup>

## K ı s a Ö z e t

Yangın, doğal olarak oluşan veya kontrol altında yapılan bir uyulama da olsa, bitki örtüsü ve toprak özellikleri üzerinde önemli değişmelere neden olabilmektedir. Özellikle yangın sırasında ulaşılan yüksek sıcaklık, toprakta önemli zararlar doğurabilmekte, bunun sonucunda da toprağın fiziksel, kimyasal özellikleri ile topraktaki mikro - organizma faaliyeti önemli düzeyde etkilenebilmektedir.

## GİRİŞ

Orman yangınları, özellikle ülkemiz koşullarında iğne yapraklı ve maki vejetasyonu ile kaplı alanlarda bu ekosistemleri etkileyen önemli etkenlerden biridir. Bu ekosistemlerde meydana gelen bir yangın doğrudan doğruya ekosistemin biyotik ve edafik özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. Bu etkilemeden öte, yangın sonrası bu sahalarda yeniden meydana gelecek ekolojik dengenin oluşum süresi ve şekli üzerinde de yangınların önemli etkileri devam edegelmektedir. Diğer bir anlatımla yeniden başlayacak olan süksesyon düzeninde çok fakir yetiştirme ortamlarında bu düzen tersine dönebilmekte veya uygun yetiştirme ortamlarında bazı türler yerlerini bir başkasına terk ederek yangın sonrası saf meşcereler oluşumu görülmektedir.

Bu durum, ülkemizde geniş alanlar kaplayan maki örtüsünün bulunduğu yerlerde daha değişik bir görünüm sergilemektedir. Bu alanlarda yangın sonrası, değişik yaşlı, yine maki elemanlarından bir türün hakim olduğu mozaik görünümünde alanlar oluşmaktadır. Maki ile kaplı alanlarda belli bir periyod sonunda, sahada oldukça sık, yanıcı özelliği çok fazla, boyları yer yer 2 - 3 m. ye ulaşan bir bitki örtüsü yanmaya çok hassas bir noktaya gelmiş olur. Bu örtünün yanmasıyla sahada yanmaya duyarlı türler tahrip olarak, yerlerini daha az yanıcı olan veya toprakaltı kısımları yangından daha az zarar gören ve sürgün verme yeteneği yüksek olan türlere bırakırlar. Bu süreç uzun bir zaman periyodu içinde genelde maki ile kaplı alanlarımızın sık sık yangın geçiren bölgelerinde saf tür gruplarının oluşumunu doğurmaktadır. Bitki örtüsündeki bu değişimler sonucu havzanın bitki - toprak - su dengesi de değişikliğe uğramaktadır.

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Toprak ve Ekoloji Anabilim Dalı.  
Havza Amenajmanı Bilim Dalı.

Diğer taraftan kontrol altında yapılan yakma uygulamaları veya doğal olarak oluşan yangınlar sırasında toprak yüzeyinde meydana gelen yüksek sıcaklık, toprağın ısınmasına, bu da birçok fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin değişmesine neden olmaktadır. Bu değişimin derecesi, yanma sırasında toprağın üstünü kaplayan çlü örtü, toprağın kendisinin içinde bulunduğu koşullara ve bazı toprak özelliklerine bağlıdır. Bu yazıda toprakta oluşabilecek ısınmanın çeşitli koşullar altındaki durumu söz konusu edilecektir.

## 1. BİTKİ ÖRTÜSÜ İLE YANGIN VE TOPRAK ISINMASI ARASINDAKİ GENEL İLİŞKİLER

### 1.1. Kontrol Altında Yapılan Yakma Uygulamaları ve Doğal Olarak Meydana Gelen Yangınlar

Yangınlar sonucu, canlı örtünün (Orman, maki, mera v.b.), ölü örtünün ve toprağın gördüğü etkilenmeler ile ilgili konulara değinmeden önce, ormancılık uygulamalarında bazan bir silvikültürel araç, bazan da bir orman koruma aracı olarak kullanılan kontrollü yangın uygulamalarının kullanım alanlarına, amaçlarına ve bunlar ile doğal yangınlar arasındaki farklılıklara değinmek yerinde olacaktır.

Yabancı ülkelerde, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde konu ile ilgili yapılmış araştırmalar gözden geçirildiğinde, ormancılık çalışmaları içinde kontrollü yangın uygulamalarının belli başlı amaçlarını aşağıdaki gruplar altında toplamak mümkündür.

a) Doğal veya yapay gençleştirme yapılacak alanlarda, kesim çağına ulaşmış yaşlı meşcereler tıraşlanarak kesilmekte ve bu alanlarda kalan artık materyalin (Dal, uç, çürük gövde v.b.) sahadan uzaklaştırılması kontrol altında yapılan bir yakma ile yapılmaktadır. Bu işlemi izleyen uygun bir toprak işlemesi sonrası, tercih edilen gençleştirme yöntemi ile yeni meşcerelerin kuruluşu tamamlanmaktadır. Bu amaçla, başlıca bazı çam türleri (*P. resinosa*, *P. strobus*, *P. taeda*, *P. pendorosa*, *P. palustris*), göknar ve titrek kavak ile kaplı alanlarda bu uygulamalar geniş ölçüde yapılagelmektedir.

b) Ölü örtünün doğal gençleştirme çalışmalarında büyük engeller oluşturduğu bölgelerde, toprak üzerindeki kalın çürüntü tabakasının uzaklaştırılması ve dökülen tohumların mineral toprağa ulaşmasının sağlanması amacıyla yine kontrol altında yakma uygulamaları yapıldığı görülmektedir. Böyle bir amaç için yapılan kontrollü yangınlarla aynı zamanda diri örtünün sahadan uzaklaştırılması sağlanabilmektedir. Bu amaçlara yönelik başarılı bir kontrollü yakma uygulaması sonucunda, sahada bulunan çürüntü materyalinin uzaklaştırılması, en az sahanın % 50 sinde mineral toprağı açığa çıkaracak düzeyde olması gerektiği vurgulanmaktadır. Yine böyle bir uygulama sırasında sahada kalmış materyalden çapı yaklaşık 15 cm ye kadar olan tüm artıkların yangın tarafından kullanılması gerektiği belirtilmektedir (DeBYLE, 1981).

c) Kontrol altında yapılan yakma uygulamalarının diğer bir amaçla kullanımı ise arzu edilen türlerin doğal gelişmesini teşvik ve onlara öncelik sağlanmasıdır. Bu tür uygulamalar, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki titrek kavak saha-

larında ve tür değişiminin doğal yolla olabileceği yetişme ortamlarındaki uygun meşcerelerde görülmektedir.

d) Yaprak ve sürgünlerinden yem olarak yararlanılabilecek bazı çalı türlerinin gelişimini arttırmak amacıyla, yine kontrol altında yapılan yakma uygulamaları görülmektedir. Bu uygulama sırasında yangını izleyen ilk otlatma mevsiminde sahada oluşan zengin bir otsu vejetasyondan da büyük ölçüde yararlanılmaktadır. İskoçya'da hayvancılığın çok yaygın olduğu orta dağlık (upland) ve dağlık (Highland) bölgelerinde *Calluna* türleri ile kaplı alanlarda otlak sahiplerinin sahanın belli kısımlarını periyodik olarak yaktıkları görülmüştür. Özellikle *Calluna vulgaris*'in yangın sonrası oluşan genç sürgünlerinin, bu sahalarda kışın ve ilkbaharda koyun ve geyikler tarafından ıstahla yendiği yöre halkı tarafından belirtilmektedir.

e) Doğal mera alanlarında, yem değeri yüksek otsu ve çalı vejetasyonu türleri ile sahada rekabet halinde bulunan diğer arzu edilmeyen türlerin elimine edilmesi ve yangın tehlikesini arttırabilecek kuru materyalin sahadan uzaklaştırılması amaçları için yine kontrol altında yakma uygulamaları yapılmaktadır.

f) Bazı çalı vejetasyonu ile kaplı havzalarda, su üretimini arttırmak amacıyla kontrolü yakma uygulamaları yapılmaktadır.

Kısaca açıklanmaya çalışıldığı gibi yukarıdaki amaçlara ulaşmak amacıyla yangın bir araç olarak kullanılırken, kontrollü yakma uygulamalarının bazen beklenmedik büyük hatalar doğurduğu da bir gerçektir. Belki de bu uygulamaların başarısızlığında en önemli etken bizzat çok değişken olan yangının kendisidir. Bir tıraşlama kesimi yapılmış sahada, uygun olmayan hava ve yer koşullarında yapılan bir yakma bazen hazırlanmaya çalışılan sahada yeni işlemler gerektiren büyük artıklar bırakabilmekte veya daha masraflı yeni koruma önlemlerine yol açabilmektedir. Bu gibi sahalarda bir taraftan toprağın az zarar görmesi amacıyla, yapılan sahada yanma koşulları uygun sınırlar içinde devam ettirilmeye çalışılırken öte yandan sahadaki tüm artıkların temizlenmesi için yangının şiddetli olması arzulanmaktadır. Yangın şiddetinin artması ile toprak özellikleri üzerinde yaratılacak olumsuz sonuçlar ve elde edilmeye çalışılan yer hazırlama amaçları daima karşılıklı gelişki içinde bulunabilirler.

Buraya kadar yapılan açıklamalardan anlaşılacağı gibi, kontrol altında yapılan yakma uygulamalarının hemen her birinin bir veya birden fazla amacı olabilmektedir. Öte yandan doğal yangınlara baktığımızda, kontrol altında yapılan yakmalardan en önemli farkının hiç bir özelliğinin kontrol altında olmamasıdır. Başka bir anlatımla, yangının vakti, mevsimi, kapladığı alan ve türü tamamen insan kontrolünün dışındadır. Çanakçoğlu (1985) nun tanımında olduğu gibi serbest yayılma eğiliminde ve bulabildiği tüm yanıcı materyali yakabilen bir özelliktedir. Bu özellikleri nedeniyle, bitki örtüsü ve toprak florası ile ölü örtü ve mineral toprak üzerine doğal yangınların yapabileceği zararlar hemen hemen her koşulda daha şiddetli olmaktadır.

Ülkemiz için bir genelleme yaparsak, canlı örtünün, ölü örtünün ve toprağın en az nem içerdiği koşullar, diğer bir yaklaşımla, bunlar üzerine yangının etkilerinin en şiddetli olabileceği koşullar, doğal yangınların çıkması ve gelişmesi içinde son

derece uygundur. Bir uygulayıcı, kontrol altında yaptığı bir yakma uygulamasında, yangının türünü, şiddetini, zamanını ve kaplayacağı alanı belirleyebilmektedir. Oysa, doğal yangınlarda böyle hiç bir olanak bulunmamaktadır. Bu yüzdendir ki, doğal yangın kendisi için en uygun, bizim açımızdan ise tüm ekolojik faktörlerin en şiddetli olarak etkilendiği koşullarda oluşur.

### 1.2. Farklı Vejetasyon Tipleri ile Kaplı Alanlarda Oluşan Yangınlar ve Özellikleri

Amerika Birleşik Devletleri'nin Atlas Okyanusu sahil gerisinde, özellikle Kaliforniya sahillerinde, Akdeniz İkliminin tipik vejetasyonu olan maki'ye benzeyen, sert yapraklı, kserofil özellikte, çok geniş alanlarda yayılışı bulunan ve «*Chaparral*» olarak adlandırılan bitki örtüsü, Güney Amerika'nın batı sahillerinde, bazı değişik fakat aynı özellikteki türlerle devam etmektedir. Öte yandan bu vejetasyon tipi tüm Akdeniz ülkelerinde kendine özgü türlerle görülmekte ve ülkemizde de çok geniş alanlar kaplamaktadır. Benzer tipte bir vejetasyon örtüsünün Avustralya sahillerinde de yayılış alanları bulunmaktadır.

Yeryüzünün değişik bölgelerinde, değişik tür bileşimi ile yayılışı görülen bu vejetasyon tipinin genel özelliklerinden biri yüksek derecede yanıcı bir yapıya sahip bulunmasıdır. Ayrıca bu sahalarda topraklar sıg ve topoğrafya oldukça sert profiller göstermektedir. Ülkemiz koşullarında makilik alanlar veya maki+çam türleri ile kaplı sahalarda orman yangınlarının en çok meydana geldiği alanlardır. Yine maki örtüsünün hakim olduğu alanlar, kontrollü yangın uygulamalarına kolaylıkla teşkil eden başlıca bölgelerdir.

Kontrol altında yapılan yangın uygulamaları veya doğal yangınlar sırasında yangının seyri ve toprağa yaptığı etkiler oldukça farklılık gösterirler. Maki vejetasyonunun yüksek yanıcı özelliğinden dolayı bu vejetasyonun tepe tacı yanmaya derhal katılır, hatta devamlılık gösteren bir maki örtüsünde, nemli bir mevsimde düşük şiddetteki bir yangın sırasında bile yangın etrafı çabucak kavurur geçer. Oysa orman örtüsü ile kaplı bir alanda yangın bir örtü yangını, bir tepe yangını veya hem örtü hemde tepe yangını şeklinde oluşabilir. Doğaldır ki, bir tepe yangını sırasında toprağın yangından zarar görmesi yok denecek kadar azdır veya yangınla toprak arasında bir ilişki hemen hemen yoktur gibidir. Buna karşılık bir örtü yangınında ise yangın-toprak etkileşmesi daha derin boyutlara ulaşacaktır. Şu kesin olarak söylenebilir ki, toprak yüzeyinde veya yüzeye yakın hava tabakalarında, yangın sırasında ulaşılan sıcaklık değerleri, maki örtüsü ile kaplı alanlarda orman örtüsü ile kaplı alanlara oranla kıyaslanamayacak boyutlarda daha yüksek olmaktadır.

Makilik alanda yangın derhal tepe tacına ulaşarak bütün canlı örtüyü yakma eğilimi sergilemektedir. Ormanlık alanda ise eğer bir kontrollü yakma söz konusu ise bu daha uygun koşullarda ve daha hafif tehlike sınırları içinde organize edilebilmektedir.

Maki ile kaplı bir alanda yapılacak bir kontrollü yakmada, canlı örtünün temizlenmesi esas konu olduğundan, kuru koşullar altında bir yakma düzenlemek gerekecektir. Buna karşılık orman alanlarında kontrollü yakmanın genelde en yay-

gın amacı ölü örtünün bertaraf edilmesi olduğuna göre, uygun koşullar beklenecek, nispeten nemli bir mevsimde bu işlem yapılabilir. Bizim gözlemlerimize göre, özellikle Kızılcım meşcerelerinde alt tabakada *Erica* ve *Cistus* türlerinin oldukça fazla bulunduğu meşcerelerde yanma çok şiddetli olmakta, böyle bir alanda oluşan yangın kolayca esas meşcerenin tepe tacına sıçrayabilme özelliğini taşımaktadır. Başka bir yaklaşımla sahadaki tüm yanıcı materyalin yanmaya katılmasıyla toprak yüzeyinde beklenmedik sıcaklıklar meydana gelmektedir.

## 2. YANGIN ETKİSİYLE TOPRAĞIN ISINMASI OLAYI

Toprağın yangın sırasında ısınması ve yangın esnasında ulaşılan yüksek sıcaklık dereceleri, yangından yangına, hatta aynı yangın şartları içinde bile çok değişkendir. Öte yandan toprak yüzeyinde ve toprak profili boyunca yüksek sıcaklık değişimleri, toprağın kötü bir iletici olması nedeniyle gene çok değişkenlik gösterir. Bazen farklı yangınlar toprak üzerinde aynı etkiyi yaratabilirler, bu oluşum da başlıca ısınma süresi ile ilgili olmaktadır. Uzun süreli bir ısınma, aynı sıcaklık derecesinde kısa süreli bir ısınmaya oranla çok zarar verici olmaktadır (DEBANO et al. 1979). Uzun süren bir ısınma daha fazla oranda organik maddeyi tahrip ederek bir çok fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin değişimine neden olmaktadır. Toprakta meydana gelen ısınmanın özel bir önemi de ölü örtü ve toprakta bulunan azot ve mikro-organizma faaliyeti üzerine olan etkilerden kaynaklanmaktadır.

Kontrol altında yapılan yakmalar veya Orman Yangınları sırasında toprak ısınması şu koşullarda pek farklılık göstermez;

— Toprak kuru ise,

— Toprak yüzünde oldukça fazla miktarda tutuşucu ve yanıcı materyal birikimi olmuş ise,

— Klimatik koşullar hızlı bir yanma için uygun ise,

Bunun yanında yanma sırasında bazı ölü örtü ve toprak özelliklerinin topraklardaki ısınma olayına ne yönde etki edebileceklerini ana çizgileriyle bilmekte yarar vardır. İlk olarak toprağın üzerini kaplayan ölü örtünün yapısı bazı yönleriyle yanma sırasında toprak ısınmasında etkili olmaktadır. Kalın bir ölü örtü tabakası ile kaplı topraklarda eğer bu ölü örtü belirli bir miktar nem içeriyorsa toprağı oldukça iyi şekilde izole edebilmektedir. İnce bir ölü örtü kendisi de yanmaya katılarak, özellikle kurak mevsimlerde toprağın zarar görmesini artırır. Yine sıkı istiflenmiş ölü örtü, çok az nem içerdiği koşullarda toprağın çok fazla ısınmasına katkıda bulunabilir. İbrelî orman ağaçları ile kaplı alanlarda ölü örtü özellikleri yukarıdaki koşullar içinde bulunabilirler. Buna karşılık yangına duyarlı makilik alanlarda ölü örtü çok daha değişik özellikte ve yapıdadır. Maki elemanlarının hakim olduğu Armutlu Yarımadası üzerinde bizim tespitlerimize göre *Q. coccifera* ile kaplı alanlarda 2.5 - 3.5 cm arasında değişen bir ölü örtü kalınlığı, yine *Arbutus unedo* ile kaplı alanlarda yer yer 4 - 4.5 cm ye yaklaşan ölü örtü kalınlıkları tespit edilmiştir. Yine bu çalışmalar sırasında *Erica sp.* ile kaplı alanlarda kuru keçeleşmiş bir ölü örtü tabakasının toprağı iyi izole ettiği saptanmıştır. Bu sahalarda yapılan incelemelerde *Q. coccifera* ölü örtüsü ile diğer maki türlerinin ölü

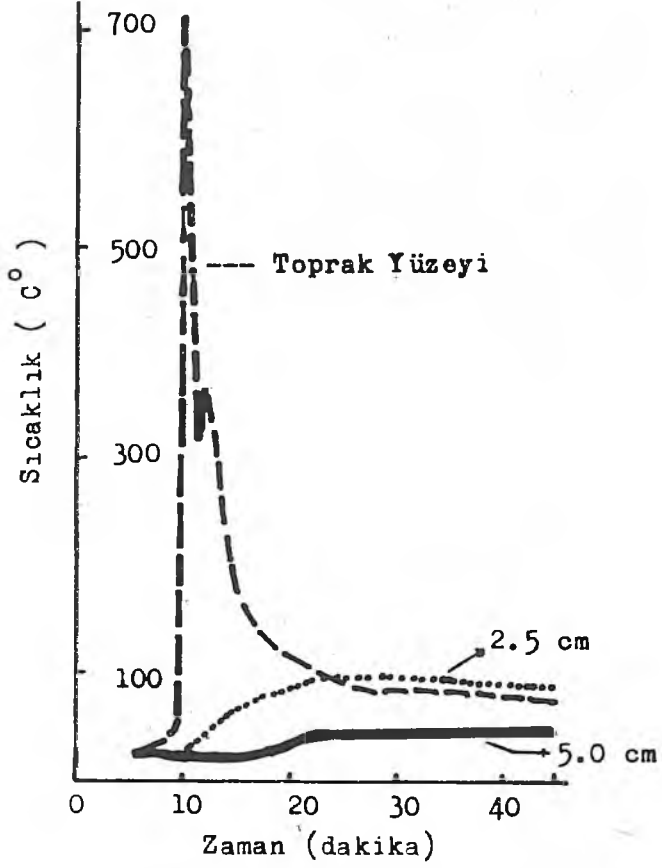
örtülerinin karışım teşkil ettiği yerlerde bu ölü örtünün daha az yamcı bir özellik taşıdığı görülmüştür.

Toprak ısınması ve bu ısınmanın neden olabileceği zararları, olumlu ve olumsuz yönde etkileyen toprak özellikleri ise şöyle özetlenebilir. Genelde kum toprakları düşük özgül ısıya sahip oldukları için, kil topraklarına oranla yüksek ısınmalardan daha fazla zarar görürler. Toprak aslında kötü bir iletkenidir. Bu özellik ise toprak tanecikleri arasındaki boşlukların durumu, diğer bir deyimle toprağın strüktürü, tekstürü, organik madde miktarı ile sıkı ilişkidir. Bütün bu sayılan özellikler toprağın nem durumu üzerinde de doğrudan etkili faktörlerdir. Oysa toprak ısınmasında en önemli konu toprak nemidir. Çünkü yapılan araştırmalar belli oranda nem içeren topraklarda ısı transferinin hemen hemen tamamen durduğunu göstermektedir (DeBANO et al. 1979). Bu konuda önemle üzerinde durulması gereken bir etken de toprak derinliğidir. Konunun başından bu yana ısrarla makilik sahalarla ilgili yangınlar üzerinde durulmakta ve bu alanlarda oluşacak zararların vurgulanmasına özen gösterilmektedir. Yine bu amaca yönelik olmak üzere makilik alanlardaki topraklara bir göz atılacak olursa, bu topraklar topoğrafya, jeolojik yapı ve bölgenin iklim koşullarını sıkı sıkıya bağlı olarak oldukça dik yamaçlar üzerinde gelişmişlerdir. Toprak derinliği çok sığdır, aşırı derecede drenaja sahiptirler (ŞENGÖNÜL, 1984). Kuru olduğu zaman çok gevşek bağlılıkta olup, toprak reaksiyonu yüzeyde nötr (6.5 - 7.15) dür. Organik madde miktarı orman topraklarına oranla oldukça düşük ve ölü örtü de aynı oranda daha azdır. Bütün bu özellikleri ile bu sahalardaki topraklar ısınmaya karşı çok duyarlıdır. Özellikle kurak mevsimlerde 7.5 - 10 cm ye kadar olan üst topraklar ısınmadan oldukça zarar görme eğilimindedirler (ŞENGÖNÜL, 1984).

### 2.1. Isınma Süresi, Toprak Nemi ve Yanma Sırasında Ulaşılan Yüksek Sıcaklıklar

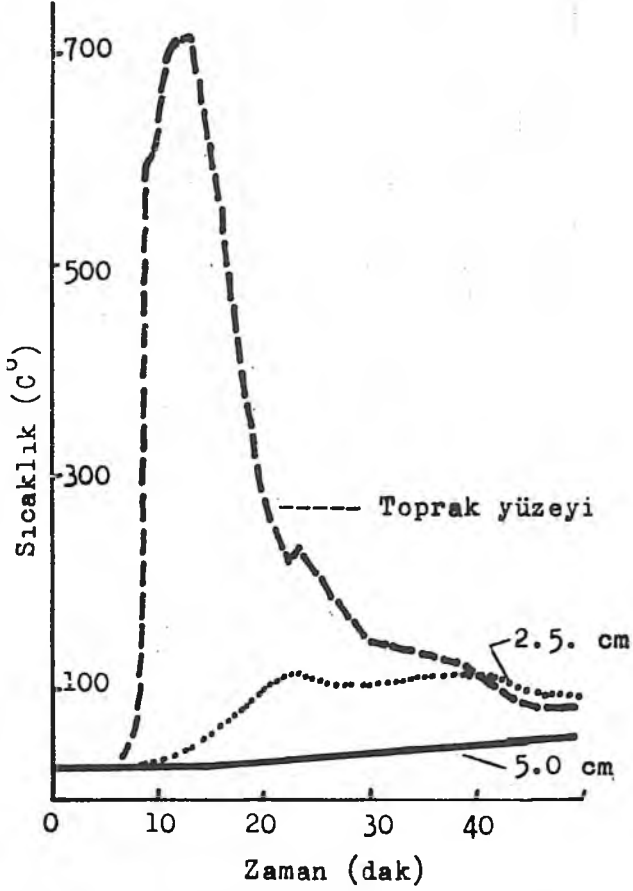
Yangın sırasında toprak yüzeyinde veya toprak yüzeyinden belli yüksekliklerde maksimum sıcaklıkları ölçmek kolay ve çok pahalı bir yol olmamakla birlikte, bu değerler ölü örtü ve topraktaki sıcaklık ve zaman arasındaki dinamik ilişkileri tam olarak açıklamaya yeterli değildir. Farklı yangınlar aynı yüksek sıcaklık derecelerine ulaşabilmelerine karşılık, bunların toprağı ısıtma süreleri çok farklı olabilmektedir. Toprağın ısınma süresi ise, toprak özelliklerinin etkilenme derecesi bakımından büyük öneme sahiptir. Uzun süreli bir ısınma, aynı derecedeki kısa süreli bir ısınmaya oranla, toprak sıcaklığını daha fazla arttırıcı bir etki yapmaktadır. Bunun tipik bir örneği, karışık çalı vejetasyonu (*Mixed chaparral*) ile kaplı bir alanda DeBano ve Arkadaşları (1979) tarafından yapılan bir çalışmada görülmektedir (Şekil 1 - 2 ve Tablo 1).

Şekillerin incelenmesinden de görüleceği gibi ısınma süresi arttıkça aynı özellikteki toprak tabakalarının derinliklerinde daha yüksek sıcaklık değerlerine ulaşabilmekte, bu da toprakta daha fazla zararların oluşmasına neden olabilmektedir.



Şekil 1. Kısa Süreli Bir Yangın Sırasında Toprak Yüzeyinde ve Toprak Tabakalarındaki Sıcaklık Dereceleri (DeBano et al. 1979).





Şekil 2. Uzun Süreli Bir Yangın Sırasında Toprak Yüzeyinde ve Toprak Tabakalarının Sıcaklık dereceleri (DeBano et al. 1979).

Tablo 1. Isınma Süreleri ve Toprak Sıcaklık Değişmeleri (DeBano et al. 1979'dan alınarak düzenlenmiştir).

Vejetasyon	Toprak nemi	Isınma süresi (dakika)	Toprak Derinliği (cm)	Maximum sıcaklık (C°)
Karışık Chaparral	Kuru	1330	Toprak yüzeyi	716
			2.5	91
			5.0	43
Karışık Chaparral	Kuru	1730	Toprak yüzeyi	716
			2.5	124
			5.0	54

Doğal yangınlar veya kontrol altında yapılan yangınlar sırasında özellikle yüksek yanıcı niteliği olan vejetasyonun (*Chaparral*<sup>1</sup>, *Macchie*, *Mallee scrub*) bulunduğu alanlarda toprak üstünde yüksek sıcaklık değerleri adeta kaçınılmazdır. Amerika'da bu alanlarda yapılan sıcaklık ölçmelerinde toprak yüzeyinde sıcaklığın 600 - 700°C düzeyine çıktığı sık rastlanan olgulardır (GREEN, 1970). Literatür bilgileri arasında şimdiye kadar ölçülmüş en yüksek sıcaklık değeri ise yine toprak yüzeyinde karışık *chaparral* vejetasyonu altında 1093°C olarak saptanmıştır (COUNTRYMAN, 1964).

Ote yandan toprak üstünde uzun süre yüksek sıcaklıkta bir yanmanın oluştuğu yerler genellikle kalın çaplı materyal ve dalların bulunduğu kısımlar olarak gözlenmiştir (LAWRANCE, 1966).

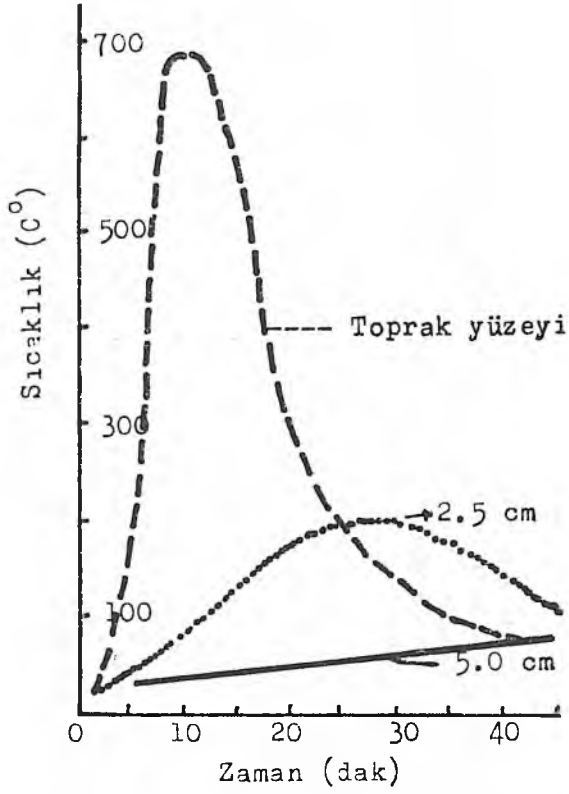
Yanma sırasında toprağın nem durumu çok önemli bir toprak koşuludur. Toprak üzerindeki ölü örtü ve toprak nemli ise toprağın ısınması çok azalmaktadır. Toprağın % 20 civarında nem içerdiği koşullarda yapılan bir yakmada yüzey sıcaklığının 538°C kadar çıktığı yerlerde, 1 cm lik derinlikteki toprak içinde ise sıcaklığın sadece 82°C'a ulaştığı gözlenmiştir. 3 cm lik derinlikte ise kayda değer bir değişme olmadığı belirtilmektedir (DeBANO et al. 1979) (Şekil 3 - 4). Bu ısı transferi denemeleri şunu kesin olarak ortaya koymaktadır; nemli toprak tabakalarında, yangın sırasında sıcaklık suyu buharlaştıracak noktaya kadar çıkamamaktadır. Eğer, topraktaki ısınma fazla ise, bir buharlaşma ve yoğunlaşma işlemi olmakta, bu sırada toprak suyu, organik madde ve ısı aynı anda daha derin toprak tabakalarına doğru hareket etmektedir. Yapılan ölçme sonuçlarına göre yangından hemen sonra 1 - 2 cm lik toprak tabakasında toprak neminin yangın öncesine göre düştüğü buna karşılık 3 ve 4 cm. lik derinliklerde artma gösterdiği görülmüştür (ASTON and GILL, 1976; DeBANO et al. 1976; SCOTTER, 1970).

## 2.2. Toprak Isınmasının Doğuracağı Etkilerin Sınıflandırılması ve Tahmini

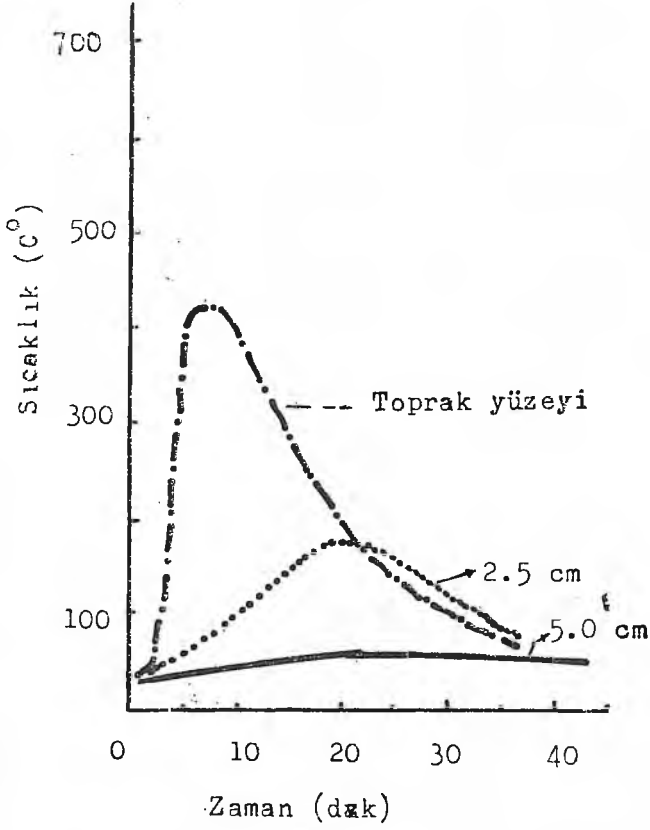
Kontrol altında yapılacak yakmalarda, toprak ve ölü örtüde hangi şiddette bir ısınmanın oluşabileceğini daha önceden tahmin etmenin çok güç olduğunu belirt-

<sup>1</sup> Yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı iklimlerde yetişen çalı formasyonlarıdır. Amerika'da Kaliforniya sahil şeridinde *Chaparral*, Akdeniz ülkelerinde *Macchie* ve Avustralya'da *Mallee scrub* olarak adlandırılır (ÇEPEL, 1982).

Bu formasyonları meydana getiren türler bazı farklılıklar göstermektedir.



Şekil 3. Şiddetli Bir Yangın Sırasında Toprak Yüzeyi ve Toprak Tabakalarında Oluşan Sıcaklıklar (DeBano et al. 1979).



Şekil 4. Orta Şiddette Bir Yangın Sırasında Toprak Yüzeyi ve Toprak Tabakalarında Oluşan Sıcaklıklar (DeBano et al. 1979).

meye gerek yoktur, bununla beraber bazı önemli ipuçları toplanabilmektedir. Toprağın ısınmasının çok kısa mesafeler içinde çok değişkenlik göstermesi nedeniyle, yanmanın, ancak hafif, orta ve şiddetli olarak bir sınıflamasını yapmak mümkün olmaktadır (BENTLEY and FENNER, 1958; SAMPSON, 1944). Bu sınıflamaya göre ulaşılabilecek sıcaklık ile yanma şiddeti arasında bir ilişki kurulmaya çalışılmaktadır. Bentley ve Fenner (1958) şiddetli bir yanmayı, toprak yüzeyinde beyaz kül oluşumu ile sıkı ilişkili olarak belirtmektedir. Bu şartların olduğu yerlerde toprak yüzündeki bütün yanıcı materyalin yangın tarafından yakıldığı kabul edilmektedir.

Yine aynı araştırmacıların sınıflamasına göre, yangın sırasında bütün ölü örtünün yandığı ve hiç kül artığı kalmadığı yerlerde açıklıkların (yüzey çıplaklaşması) oluştuğunu bu yangın şiddetinin orta derecede bir yanma olarak sınıflandırılacağı belirtilmektedir. Sampson (1944). Bu çıplak alanların oluştuğu koşullardaki bir yanma için maksimum 399°C lik sıcaklık değerlerini vermektedir.

Tablo 2. Şiddetli, Ortaşiddetli ve Hafif Şiddetli Yangınlar Sırasında Toprak ve Ölü Örtü Tabakalarında Meydana Gelen Sıcaklıkların Karşılaştırılması (Verilen değerler farklı üç araştırma sonuçlarını temsil etmektedir).

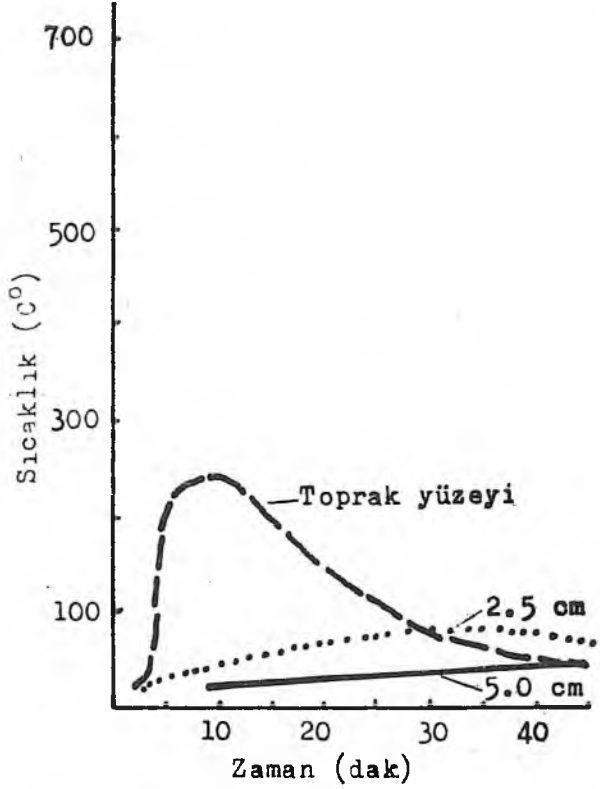
Yangın şiddeti	DeBano et al (1979) tarafından verilen değerler		Sampson (1944) tarafından verilen değerler		Bentley and Fenner (1958) tarafından verilen değerler	
Yangın şiddeti	Toprak yüzeyi	2.5 cm	Ölü örtü	2.5 cm	Toprak yüzeyi	2.5 cm
Şiddetli	691 C°	199 C°	649 C°	243 C°	538 C°	288 C°
Orta	427	166	429	202	399	177
Hafif	24	88	149	93	177	71

Yine Bentley ve Fenner (1958) hafif yanma koşulları için sahada siyah kül oluşumunun gerçekleştiği yerleri örnek vermektedir. Bu çalışmalara ilave olarak DeBano ve arkadaşları tarafından (1979) bu koşulların sağlandığı yerlerde yapılan maksimum sıcaklık ölçmeleri de birleştirilerek bir karşılaştırmalı tablo yapılmış (Tablo 2) ve grafikler verilmiştir (Şekil 3 - 4 - 5).

Bu çalışmaların hepsi *chaparral* vejetasyonu ile kaplı alanlarda gerçekleştirilmiş çalışmaların sonuçları olmakla birlikte, yapılacak çalışmalarda özellikle ülkemizdeki makilik alanlar için yangının şiddeti ile doğurabileceği etkiler için pratik öneme haiz olabilirler. Ormanlık alanda yapılacak bir kontrollü yakma veya oluşacak doğal yangın sırasında bu derece yüksek yanma sıcaklığı ve buna bağlı olarak bu oranda yüksek toprak ısınması oluşmadığı pek çok araştırmada vurgulanmaktadır. Özellikle ölü örtü ve toprağın bir miktar nemli olduğu mevsimlerde ve hava koşullarında yanma sıcaklığı oldukça düşük olacaktır. Batı Montano (A.B.D.) da göknar rejyonunda uygun koşullar sağlanarak yapılan bir kontrollü yakma uygulamasında değişik noktalarda toprak yüzeyinde sıcaklığın 61 - 160°C lar arasında tutulabildiği görülmüştür (DeBYLE, 1981). Yine bu araştırmada değişik noktalarda toprak yüzeyinde 160°C lik bir sıcaklığa ulaşıldığında 1 cm. lik derinlikte

91°C, 3 cm. lik derinlikte 51°C ve 5 cm. lik derinlikde 45°C lik bir sıcaklık değerlerine ulaşıldığı gözlenmiştir.

Sıcaklık değişimleri, ister şiddetli, ister orta şiddette ve isterse hafif şiddette cereyan eden bir yanmada değişik ekosistemleri (Orman, Chapparral, Grassland)



Şekil 5. Hafif Şiddette Bir Yangın Sırasında Toprak Yüzeyinde ve Toprak Tabakalarında Ulaşılan Sıcaklıklar (DeBano et al. 1979).

farklı farklı etkilemektedir. Biz bu yazıda daha çok ülkemiz maki sahalarına çok yakın özellikler taşıyan bitki örtüsü ile kaplı alanlardaki bulguları değerlendirip, diğer vejetasyon tipleri ile kaplı alanlardan elde edilen bulgularla karşılaştırarak bir yaklaşım yapmaya çalıştık. Orman topraklarıyla diğer vejetasyon tipleri altındaki topraklarda yangının meydana getireceği etkiler bir dereceye kadar birbirinden farklı da olsalar bazı ipuçları her koşul için geçerli olabilmektedir.

### 3. ORMAN YANGINLARININ TOPRAK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Yangın sırasında meydana gelecek yüksek sıcaklık, kontrol altında yapılan bir uygulama sonucu veya doğal olarak meydana gelen bir sonuç ta olsa uzun sürede oluşmuş bir ekolojik dengede özellikle vejetasyon, toprak ve topraktaki mikro - organizmalar üzerinde derin etkiler yapabilir. Bu bölümde yangın sırasında toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelebilecek değişmeler ile mikrobiyal faaliyet ve bitki besin maddelerinin etkilenmesi üzerinde durulacaktır.

Yangın sırasında kaçınılmaz bir olgu olan toprak ısınması, bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerinde doğrudan doğruya veya dolaylı etkiler yaratmaktadır. Bu etkilerin bazıları kalıcı olabilmekte, bazıları ise belli bir süre etkilerini devam ettirebilmektedir. Yanmanın şiddeti ve yanma sırasındaki toprak ve ölü örtü özellikleri de bu etkilenme üzerinde önemli rol oynamaktadır. Diğer taraftan fakir yetiştirme ortamlarında, yangının meydana getireceği bitki besin maddeleri kaybı ve yangın sonrası; açığa çıkan bitki besin maddelerinin yağışlarla yıkılıp gitmesi, yangının devam edegelen etkileri olmaktadır. Özellikle böyle sahalarda azot'un bitki gelişmesini sınırlayıcı bir faktör olduğu görülmektedir. Bunun sonucunda da yangın sonrası meydana gelebilecek azot kayıpları üzerinde önemle durulmaktadır.

Yangın geçirmiş yağış havzalarında genel bir olgu da, bu gibi havzalarda yangın sonrası vejetasyon - toprak - su dengesinin bozulması büyük bir erozyon potansiyelinin ortaya çıkmasıdır.

#### 3.1. Toprağın Fiziksel Özelliklerindeki Bazı Değişmeler

Yanma sırasında toprağın organik maddesinin tahrip edilmesi ile fiziksel toprak özellikleri de değişmektedir. Çünkü organik madde tek tek toprak parçacıklarını birleştirerek toprak agregasyonunu geliştirir. Buda toprak porozitesini artırarak toprağın geçirgenliğini ve havalanmasını geliştirir. Organik maddenin yangınla tahrip olması ise toprak strüktürünü bozmaktadır. Hosking (1938) tarafından yapılan bir çalışmaya göre; Organik maddedeki hümitik asitler 100°C nin üzerindeki sıcaklıklar da bozulmaktadır. Diğer taraftan, topraktaki organik karbonun yaklaşık % 35'i de hümitik asidin yapısında yer almaktadır. 100 ve 200°C lar arasında uçucu hale geçip kaybolan organik maddelerin bozulmamış şekildeki bir destilasyonu meydana gelmektedir. Buna karşın 200 - 300°C lik bir sıcaklığa erişildiğinde organik maddelerin % 85'inin bozulmasıyla destilasyon ile kaybolduğu görülmüştür. 300°C lik bir sıcaklıkta karbonlu artıkların yanması başlar ve 450°C in üstünde ise tüm karbon yanmaktadır (HOSKING, 1938). Bu bulguları, yangın geçirmiş orman ve makilik alandaki topraklara uyguladığımızda, şiddetli bir yanmanın özellikle maki ile kaplı sahalarda toprak yüzeyindeki organik maddenin tamamını yok edebileceğini söyleyebiliriz. Şekil 1 ve 2'den izlenebileceği gibi, şiddetli bir yanma sırasında 2.5 cm derinlikteki toprak tabakasında mevcut organik maddenin çoğunun bozulmasıyla destilasyona uğrayacağı söylenebilir. Diğer taraftan orta şiddette bir yanma sırasında (Şekil 2) yüzeyin 432°C kadar ısınması ölü örtünün çoğunu tahrip etmeye yeterli olacaktır. Düşük şiddetteki bir yanmada ise yanma toprak yüzündeki ölü örtünün dörtte üçünü bozucu bir destilasyonla tahrip edecek,

fakat hümik asit sadece 2.5 cm lik derinlikte az bir değişikliğe uğrayacaktır (Şekil 3).

### 3.2. Toprağın Kimyasal Özelliklerindeki Bazı Değişmeler

Yangın tarafından etkilenen başlıca kimyasal toprak özellikleri organik madde, pH, kation değişim kapasitesi, Azot, Kükürt, iki değerlikli kanyonlar ve Potasyumdur. Bunun yanında yangın tarafından organik maddenin yanması sonucunda bol miktarda bitki besin maddesi açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan bu bitki besin maddeleri bitkiler için alınmaya hazır durumdadır. Bunun aksi ise bunlar erozyon ile yikanıp taşınmaya da oldukça yatkındırlar.

Bu konuda yapılmış araştırmalarda, kation değişim kapasitesinin yanma ile azalabileceğini ve en az bir yıl süreyle düşük düzeyde kalabildiği belirtilmektedir (CHRISTENSEN and MULLER, 1975). Bunun nedeni olarak da organik maddenin tahrip olması ile iyon tutma ve değiştirme yüzeyinin azalması gösterilmektedir.

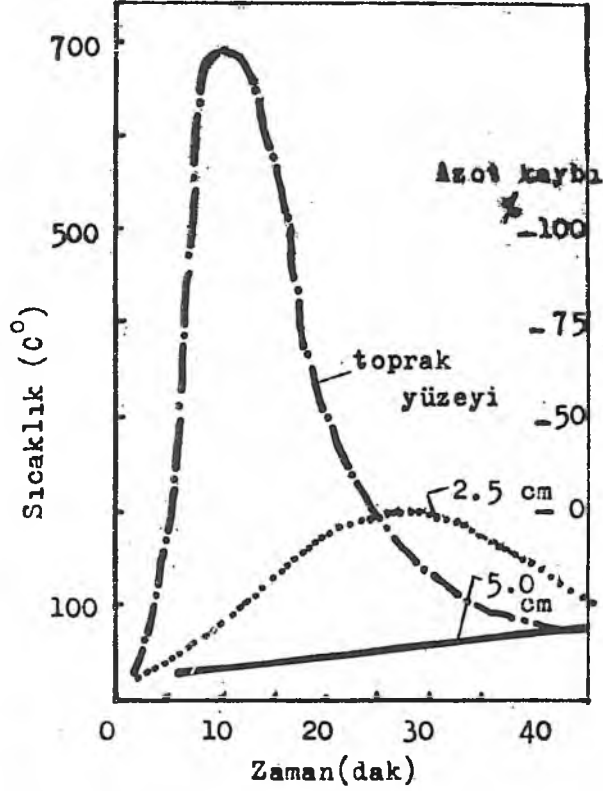
Organik maddenin içerdiği bitki besin maddeleri yanma ile açığa çıkarak toprak yüzeyinde birikirler. Yanmış ve yanmamış koşullarda parseller üzerinde yapılan bir çalışma sonucunda; asetat'da çözülebilir sülfatların, potasyumun, fosfatın, total azotun, amonyum ve nitrat azotunun, yanmış alanlarda yanmamış alanlara göre oldukça yüksek olduğu görülmüştür (CHRISTENSEN and MULLER, 1975). Yine bu sahalarda çözülebilir kanyonların artışı ve yangın sonrası pH artmaları genel bir gözlem oluşturmaktadır. Fakat bu durum üst topraklarda ve yangın sonrası kül tabakası için genel bir olgudur (VOGL and SCHOR, 1972). Bunun yanında pH artmaları çok az ve bitki büyümesini etkilemeyecek düzeylerde olduğu da bilinen bulgulardır (SAMPSON, 1944).

Çalı vejetasyonu ile kaplı alanlarda azot dolaşımı bitki büyümesini etkileyen en önemli faktörlerden biri olarak gösterilmektedir (HELMERS et al. 1955 a). Yapılan araştırmalar açıkça göstermiştir ki azot yangın sırasında kolayca uçucu hale dönüşüp kaybolmaktadır. 500 C° nin üstündeki sıcaklık derecelerinde bitki ve ölü örtü materyalindeki azot'un hemen hemen % 100'ü kaybolabilmektedir. 400 ile 500 C° ler arasında % 75 ile % 100'e varan bir oranda azot kaybı söz konusu olmaktadır. 300 ile 400 C° ler arasında % 50'ye varan miktarlardada bir kayıp ve nihayet 200 C° nin altında ise ölçülebilir değerlerin altında bir azot kaybı görülmektedir (WHITE et al. 1973).

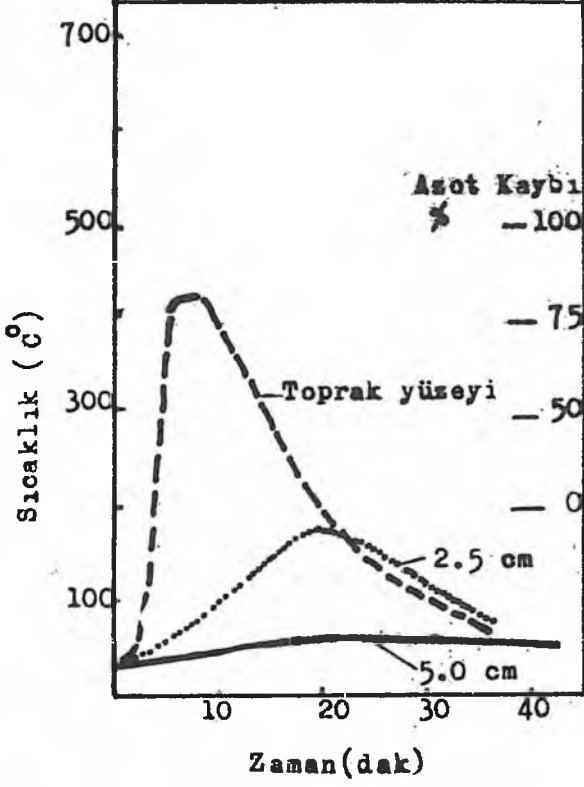
Yukarıda verilen bu değerlerden hareketle farklı şiddetteki yangınların neden olabileceği toprak ısınmasının meydana getireceği azot kayıpları kabaca tahmin edilebilir. Şekil 6, 7, 8 üzerinde de izlenebileceği gibi, şiddetli bir yangın sırasında yüzey sıcaklığının 500 C° yi aştığı yerlerde ölü örtüdeki azot'un tamamının kaybolabileceği yargısına varılabilir. Yine aynı şeklin incelenmesi ile 2.5 cm lik derinlikteki toprak tabakasında sıcaklığın herhangi bir azot kaybına neden olmayaacağı söylenebilir de, 1 - 2 cm lik derinliklerde yine bir kayıp olacağı açıkça görülebilir.

Öteyandan ölü örtüdeki azot miktarı, ölü örtünün mevcut durumuna göre değişmektedir. Örnek olarak, Amerika Birleşik Devletleri'nde *Chaparral* ile kaplı bir alanda yapılan bir araştırmada ölü örtünün hektarda 150 kg lik bir azot birikimi



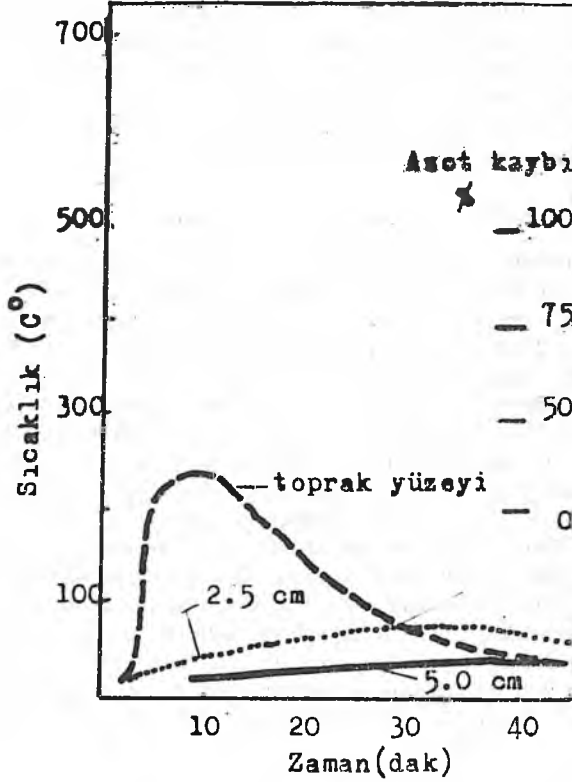


Şekil 6. Şiddetli Bir Yanma Sırasında Toprakta Ulaşılabilecek Sıcaklık Değerleri ve Azot Kaybı (DeBano et al. 1979).



Şekil 7. Orta Şiddette Bir Yanma Sırasında Toprakta Ulaşılabilecek Sıcaklık Değerleri ve Azot Kaybı (DeBano et al. 1979).

sağladığı saptanmıştır (DeBANO and CONRAD, 1978). Bu azot'un oldukça büyük bir kısmı şiddetli bir yanma sırasında kaybolabilecektir (Şekil 6). Azot kaybının diğer bir kaynağı olarak canlı materyalden olacak kayıpları ele aldığımızda, çalı vejetasyonunun tepe tacının  $427\text{ C}^\circ$  civarında tutuştuğu (Bu bitkiden bitkiye değişmesine karşılık ortalama bir değerdir) göz önüne alınarak (GAYLOR, 1974) ve yine tutuşma olayından sonra yanma sırasında sıcaklığın  $1000\text{ C}^\circ$  ye yaklaştığı ve hatta aştığı durumlarda ( $1093\text{ C}^\circ$  ölçülmüş bir değerdir) bu muazzam sıcaklık canlı



Şekil 8. Hafif Şiddette Bir Yanma Sırasında Toprakta Oluşabilecek Sıcaklık Değerleri ve Azot Kaybı (DeBano et al. 1979).

ve ölü bitki kısımlarındaki azot'un hemen tamamını yok edebilmektedir. Burada kaybolabilecek miktarın yaklaşık bir hesabı için, sık çalı örtüsü ile kaplı bir alanda toprak üstündeki biyolojik kütle (Biomass) hektarda  $134 - 142\text{ Kg}$  lık bir azot potansiyeli olduğunu (DeBANO et al. 1977) söylemek yeterli olacaktır. Yine burada yeri gelmişken açıklanması gerekli bir konuda; yanmanın neden olduğu total azot kaybına karşılık, yanmış alanlarda yangın sonrası toprakta yüksek azot konsantrasyonlarının görülmesi olayıdır. Bu zıtlığın, yangın öncesi ve sonrası koşulları için azot'un ifade edilme şekline kaynaklandığı belirtilmektedir (KNIGHT, 1966).

Bu durumu açıklamak gerekirse, yangın sonrası sahada bulunan kül ile karışık materyalin içindeki azot miktarı ele alınıp bu materyale oranlandığında azot konsantrasyonlarının arttığı görülmektedir. Halbuki aynı miktar azot yangın öncesi koşullardaki yanmamış materyale oranlandığında azot miktarının yangın öncesi koşullara göre büyük ölçüde düşmüş olduğu açıkça görülebilir. Diğer taraftan, yanmış alanda azot, bitkiler için kolay alınabilir bir forma dönüşmüş olmasıyla, ilk yıllarda bitki büyümesinde hızlı bir gelişme gözlenen bir gerçektir. Burada yine gözden kaçmaması gereken bir gerçek de iyi gelişim gösteren bitkilerin genellikle bir yıllık otsu türler veya diğer bir deyimle toprak yüzeyindeki kül ve yanmış materyalin bol bulunduğu üst toprak tabakasında gelişen türlerdir. Halbuki aynı alan için total azot gerçekte azalmıştır. Bu yanlışlıktan kaçınmak için azot miktarını birim alanda ağırlık veya hacim olarak vermek yerinde olacaktır. Bitki besin maddeleri üzerine yapılan son araştırmalarda da bu yöntemin uygulanmaya başlandığı görülmektedir (DeBANO et al. 1979).

### 3.2. Orman Yangınları ve Bitki Besin Maddeleri

Hem yanma hemde doğal ayrışma bitki besin maddelerini organik maddeden ayırarak serbest hale getirmektedir. Biyolojik ayrışma bir çok bitki besin maddesini uzun bir zaman periyodu içinde organik maddeden ayırarak bitkiler için kullanışlı hale getirir. Bunlar aynı zamanda erozyonla yıkanmaya ve taşınmaya da hazır durumdadırlar. Çalı vejetasyonu ile kaplı alanlarda mikro-organizma faaliyeti ile ölü örtü ayrışması çok yavaş cereyan etmektedir. Çünkü bu ayrışmada ya bitki zehirleri (*Phytotoxins*) veya bu vejetasyonun içerdiği yüksek lignin engelleyici etki yapmaktadır (CHRISTENSEN, 1973). Bunun yanında bu alanlarda ölü örtü ayrışması için uygun koşullar gerçekten sınırlıdır (OLSON, 1963). Yangın sonrası bu alanlarda besin maddesi bolluğu görülür ve bunlar suda çok kolay çözünebilir formlardadır (CHRISTENSEN and MULLER, 1975). Diğer taraftan bir miktar azotun uçucu hale geçip kaybolmasına rağmen arta kalan amonyum ve nitrat halindeki azot bitkiler tarafından oldukça kullanılabilir durumdadır. Yangın sonrası sahada meydana gelen bitki besin maddelerinin bolluğu yangın sırasında ne miktarda organik maddenin yandığına bağlıdır. Doğaldır ki hafif şiddetteki bir yangın sonucunda kısmen yanmış organik maddenin geri kalan kısmı bitkiler tarafından yararlanılabilir hale geçmeden evvel yine mikrobiyal faaliyet ile ayrışmaya ve mineralizasyona devam edecektir.

Yangın sonrası sahada bitki besin maddelerinin bolluğu o kadar çoktur ki böyle yerlerde azot, fosfor, kükürt gibi maddelerle yapılan bir gübrelemenin bir etkisini görmenin mümkün olmadığı belirtilmektedir (DeBANO and CONRAD, 1974).

Bir havzadan yüzeysel akış suları ve diğer etkenlerle yangın artıklarının ve toprak yüzeyindeki kül materyalinin taşınması sırasında önemli miktarlara varan bitki besin maddeleri taşınması da meydana gelmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yanmış alanlarda yapılan bir çalışmada % 50 eğimli bir alanda ilk yağışlı mevsimde bitki besin maddelerinin oldukça büyük bir kısmının yüzeysel akış suları ile taşındığı bulunmuştur. Yine bu çalışmada daha az meyilli yamaçlardan daha fazla besin maddesi taşındığı dikkat çekici olmuştur. Bunun nedeni ise daha dik yamaçlardan taşınan materyalin daha büyük çaplı materyal, buna karşılık az meyilli yamaçlardan taşınan materyalin daha küçük çaplı olmasıdır. Diğer bir yak-

laşımın kalın çaplı materyalin % 5.6'sı organik madde iken, ince çaplı materyalin % 10.9'unun organik madde olması bu sonucun etkisi olarak açıklanmaktadır (DeBANO et al. 1979).

Genel olarak erozyonla kaybolabilecek bitki besin maddelerinin miktarı çeşitli şartlara bağlı olarak değişim göstermektedir. Bunlar sahadaki besin maddelerinin total miktarı, yeryüzü şekli, yangın şiddeti ve toprak özellikleri olarak belirtilebilir. Burada diğer koşullar eşit varsayılarak yangın şiddeti, bir sahadan meydana gelebilecek besin maddeleri kaybını çok etkilemektedir. Çünkü şiddetli bir yanma, hafif şiddetteki bir yanmadan daha fazla bitki besin maddesi açığa çıkarabilmektedir.

### 3.3. Toprak Isınmasının Mikro - organizma Faaliyeti Üzerine Etkileri

Yangın sırasında toprağın ısınması doğrudan doğruya mikro - organizmalar üzerinde şu iki etkiyi yapmaktadır; bu etkiler ya mikro - organizmaların ölmesi veya onların tekrar üreme kabiliyetlerinin değişmesi şeklindedir. Toprak ısınmasının dolaylı etkisi ise, organik maddenin değişmesi, ki bu değişme besin maddeleri yararlanılabilirliğini ve mikrobiyal gelişmeyi artırır.

Toprak ısınmasının mikro - organizmalar üzerinde yaptığı etkileri açıklamaya yönelik bir araştırma sonuçlarına göre izole edilmiş 27 mantar türünden hiç birinin yanma öncesine göre popülasyonlarında bir değişim olmadığının görüldüğü belirtilmektedir (COOKE, 1970). Christensen ve Müller (1975) ise yanmış ve yanmamış alanlarda esas farklılığın nemli ve kuru toprak koşulları altında meydana geldiğini belirtmektedirler. DeBano ve Dunn (1977) tarafından yapılan araştırmalarda toprak ısınması ile mikrobiyal aktivite arasında oldukça kompleks karşılıklı ilişkilerin olduğu görülmüştür. Bu ilişkiler, ısınma süresi ve maksimum sıcaklık derecesi ile aynı zamanda toprakta mevcut nem miktarı arasındaki değişmelerin etkisi altında bulunmaktadır. Genel olarak bakteriler, hem nemli hem de kuru toprak koşullarında ısınmaya karşı mantarlardan daha toleranslıdır. Kuru toprak koşullarında bakteriler için ölümcül sıcaklık 210 C° olarak, nemli toprak koşullarında ise 110 C° olarak bulunmuştur (AHLGREN and AHLGREN, 1965). Yine araştırma sırasında toprağın 200 C° 'a kadar 25 dakikalık bir süre ile ısıtılması ile bakteri sayısında önemli bir azalma olduğu görülmüştür. Buna karşılık aynı topraklarda, mantarların kuru toprak koşullarında sadece 155 C° 'ye ve nemli toprak koşullarında 100 C° 'ye kadar sıcaklığa dayanabildikleri saptanmıştır (DeBANO and DUNN, 1977).

Diğer taraftan sıcaklığa dayanıklılığın yanı sıra sıcaklık derecesinin artmasıyla, toprakta sığa dayanıklılık sırasına göre de bir tür azalması başlamaktadır. Azot bakterileri toprak ısınmasına karşı en hassas olanlardır. Laboratuvar çalışması sonuçlarına göre *Nitrosomonas* türü bakteriler kuru toprak koşullarında 140 C° da ve nemli toprak koşullarında 75 C° da ölmektedir (DeBANO and DUNN, 1977). Diğer bir tür olan *Nitrobacter*'ler ise sıcaklığa aşırı duyarlıdır ve kuru toprak koşullarında 100 C° da, nemli toprak koşullarında ise 50 C° da ölmektedirler.

Burada üzerinde durulması gereken önemli bir konu; azot'un çalı vejetasyonu ile kaplı alanlardaki fakir ve sığ topraklarda önemli sınırlayıcı bir besin maddesi olması nedeniyle, azot bakterilerinin ısıya karşı bu duyarlılığı büyük önem taşımaktadır.

Yanmamış alanlardaki topraklarda toplam azot'un büyük bir kısmı organik azot, buna karşılık düşük miktarlarda da inorganik mineral azot (Amonyum ve Nitrat) olarak bulunmaktadır. Christensen (1973)'e göre yangın geçirmemiş alanlardaki topraklardaki bu oluşumun nedeni olarak şu iki görüş ileri sürülmektedir. (a) mineralizasyona neden olan hetero-trophic mikro-organizmalar, maki türü çalı vejetasyonu altındaki topraklarda bulunan allelopatik maddeler tarafından tutulmaktadır veya (b) yüksek oranda lignin içeren bu bitki örtüsü yaprakları güç ayrışarak, azot mineralizasyonunu geciktirmektedir. Diğer taraftan bilinen bir gerçek de; yangından sonra genellikle amonyum ve nitrat azot'u konsantrasyonlarının yangın öncesine oranla oldukça yüksek bulunmasıdır (CHRISTENSEN and MULLER, 1975; SAMPSON, 1944).

Yangın öncesi ve sonrası koşullarda inorganik ve organik azot bileşikleri ile ilgili çalışmalar, amonyum ve nitrat azot'unun yangın etkisiyle çok karmaşık işlemler sonucunda oluşturulduğunu ortaya çıkarmıştır. Gerçekten de amonyum şeklindeki azot'un hemen hemen tamamı yangın sırasında toprak ısınmasıyla kimyasal olarak meydana gelmektedir. Oysa nitratlar direkt olarak yangın sırasındaki ısınma ile meydana gelmeyip birbirini izleyen mineralizasyon ve nitrifikasyon ile oluşurlar. Yangın sonrası nitrifikasyon'un klasik azot bakterileri (*Nitrosomonas* ve *nitrobacter*) tarafından üstlenilmediği görülmektedir. Çünkü bu bakteriler toprak ısınmasına çok hassastırlar ve yangın sonrası oldukça uzun bir süre ya sahada bulunmazlar ya da çok düşük miktardadırlar. Christensen ve Müller (1975) in bir araştırmasının sonuçlarına göre yangın sonrası nitrifikasyonun mantarlar tarafından deruhte edildiği desteklenmektedir.

Bu bilgilerin ışığı altında bir yakma uygulaması yapılırken toprak mikro-organizmaları ve azot dolaşımı arasındaki denge oldukça nazik bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Değişik mevsimlerde yapılacak bir kontrollü yakma uygulaması sırasında eğer toprak nemli ise toprak fazla ısınmayacak ve alandan en az miktarda azot kaybı olacaktır. Bununla beraber nemli koşullar altında toprak mikro-organizmaları ısınmaya karşı çok daha hassas bir durumda bulunacaktır. Araştırmalar şunu göstermiştir ki, serin mevsimlerde yapılan kontrollü yakma uygulamaları sırasında toprakta daha az bir ısınma oluşmasına karşın, toprak nemli olduğu için mikrobiyal faaliyet daha fazla etkilenecek, buna karşılık yaz mevsiminde kuru toprak koşulları altında yapılan bir yangın uygulamasında, bu defa toprak ısınmasının fazla olması nedeniyle bu durumun mikrobiyal yaşam üzerindeki etkisi yine şiddetli olacaktır. Bu etki hemen hemen her iki durumda da eşit gibidir (DeBANO and DUNN, 1977).

Mikrobiyal yaşam ile azot arasındaki bu hassas denge, uzun ve kısa süreli etkiler olarak makilik alanlardaki süksesyon düzeni ve yetiştirme ortamı verimliliğinde mutlaka göz önüne alınmalıdır.

#### K A Y N A K L A R

- AHLGREN, I.F. and C.E. AHLBREN, 1965. *Effects of prescribed burning on soil microorganism in a Minnesota Jack pine forests. Ecology, V. 46, N. 3.*
- ASTON, A.R. and A.M. GILL, 1976. *Coupled soil moisture, heat and water vapour transfer under simulated fire conditions. Aust. J. Soil Res. Vol. 14.*
- BENTLEY, J.R. and R.L. FENNER, 1958. *Soil temperatures during burning related to postfire seedbeds on woodland range. Journal Forestry Vol. 56.*

- CHRISTENSEN, N.L., 1973. *Fire and Nitrogen cycle in California chaparral*. Science 181. N. 4094.
- CHRISTENSEN, N.L. and C.H. MULLER, 1975. *Effects of fire on factors controlling plant growth in Adenostoma Chaparral Ecology Monogr. 45-1.*
- COOKE, N.B., 1970. *Fungi in burned and unburned Chaparral Soils. Sydowia ann. Mycol. V. 2, N. 24.*
- COUNTRYMAN, C.M., 1964. *Mass fires and fire Behaviour. USDA Forest service Research Paper PSW - 19.*
- ÇANAKÇIOĞLU, H., 1985. *Orman Koruma. İ.Ü. Orman Fak. yayınları. 3315.*
- ÇEPEL, N., 1982. *Ekoloji Terimleri Sözlüğü. İ.Ü. Orman Fak. Yay. 3048.*
- DeBANO, L.F. and C.E. CONRAD, 1974. *Effect of a wetting agent and Nitrogen fertilizier on establishment of ryegrass and mustard on a burned watershed. J. Range Manage, V. 27, N. 1.*
- DeBANO, L.F. et al., 1976. *The transfer of heat and hydrofobic substances during burning. Soil Science Soc. Amer. Proceedings, V. 40.*
- DeBANO, L.F. and P.H. DUNN, 1977. *Fire's effects on the biological and chemical properties of chaparral soils USDA orest service Gen. Tech. Rep. WO. 3.*
- DeBANO, L.F. et al., 1977. *Fire effects on physical and chemical properties of soils. In international symposium on the environmental consequences of fire and fuel management in mediterranean climate ecosystems. Calif. August.*
- DeBANO, L.F. and C.E. CONRAD, 1978. *The effects of fire on nutrients in a chaparral ecosystem. Ecology, V. 59, N. 3.*
- DeBANO, L.F. et al., 1979. *Soil heating in chaparral fires: effects on soil properties, plant nutriens erosion. and runoff. USDA Forest Ser. Research Pap. PSW - 145.*
- DeBYLE, N., 1981. *Clear-cutting and fire in the Larch/Douglas- Fir forests of Western Montana. USDA Forest Service. Gen. Tec. Rep. INT - 99.*
- GAYLOR, H.P., 1974. *Wildfires - prevention and Control. Prentice - Hall Co., Bowie, Maryland.*
- GREEN, L.R., 1970. *An experimental prescribed burn to reduce fuel hazard in chaparral. USDA Forest Service Res. Note PSW - 216.*
- HELMERS, H. et al., 1955a. *Soil fertility a watershed management problem in the San Gabriel Mountains of Southern California. Soil Sci. Vol. 80, N. 3.*
- HOSKING, J.S., 1938. *The ignitionn at low temperatures of the organic matter in soils. Journal Agric. Sci. Vol. 38.*
- KNIGHT, H., 1966. *Loss of nitrogen from the forest floor by burning. Forest. Chron. V. 42 - 2.*
- LAWRENCE, G.E., 1966. *Ecology of vertebrate animals in relation to chaparral fire in Sierra Nevada foothills. Ecology, Volume 44, N. 2.*
- OLSON, J.S., 1963. *Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. Ecology, V. 44, N. 2.*
- SAMPSON, A.W., 1944. *Plant succession on burned chaparral lands in northern California. Univ. Calif. Coll. Agric. Agric. Exp. Sta. Bull., 685.*
- SCOTTER, D.R., 1970. *Soil temperatures under grass fires. Aust. J. Soil Res. V. 8.*
- ŞENGÖNÜL, K., 1984. *Marmara Bölgesi - Armutlu Yarımadası - koşullarında güç eslanan toprakların oluşumu üzerine etkili olan faktörler. İ.Ü. Orman Fak. Yay. N. 363.*
- WHITE, E.M. et al., 1973. *Heat effect on nutrient release from soils under ponderoso pine. Journal of Range. Manage. V. 26, N. 1.*
- VOGL, R.C. and P.K. SCHOR, 1972. *Fire and Manzanita chaparral in the San Gabriel Mountains, Calif. Ecology, Vol. 53, N. 6.*