
SERİ **B**

CİLT **35**

SAYI **3**

1985

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ



TOPRAKLARIN ISLANABİLİRLİĞİ VE GÜÇ ISLANAN TOPRAKLAR

Dr. Kamil ŞENGÖNÜL¹

Kı s a Ö z e t

Havza Amenajmanı uğraşları arasında gözden kaçmış bir konu olarak nitelenen toprak ıslanabilirliği, yeryüzünün çeşitli bölgelerinde, değişik bitki örtüsü ile kaplı alanlarda bazan büyük farklılıklar göstermektedir. Doğal bitki örtüsü tarafından veya bazı micro - organizmaların salgıladığı yan ürünler vasıtasıyla topraklara ulaşan hidrofobik organik maddeler topraklarda bir güç ıslanma sorunu oluşturmaktadır. Bu sorunun oluşumunda, bazı toprak özellikleri ve orman yangınları önemli bir rol oynamaktadır.

GİRİŞ

Son yıllarda Amerika Birleşik Devletlerinin Kuzey Kaliforniya sahillerinde geniş alanlar kaplayan sert yapraklı, Akdeniz'in maki vejetasyonu tipine benzeyen (*Chaparral*) bitki örtüsü ile kaplı alanlarda yapılan toprak erozyonu ile ilgili çalışmalar sırasında, bazı toprakların güç ıslanan veya tamamen ıslanmaz özellikte olduğu dikkatleri çekmiştir. Bu toprak özelliği üzerine yapılan geniş kapsamlı araştırmalar sonucunda, doğal bitki örtüsünden topraklara geçen hidrofobik organik maddelerin üst toprak tabakalarında meydana getirdiği güç ıslanma sorunu nedeniyle infiltrasyonun büyük ölçüde engellendiği, bunun sonucu olarak da bu sahalarda toprak erozyonunun büyük boyutlara ulaştığı görülmüştür (DEBANO and RICE, 1973).

Bu toprak özelliği üzerine yapılan çalışmalar başlıca üç grup altında toplanabilir. Bunlardan birinci grup olarak ayırım yapabileceğimiz çalışmalar daha çok laboratuvar çalışmaları olarak gerçekleştirilmiş ve topraklarda güç ıslanmanın oluşumu ile ilgili konuların aydınlatılmasına yöneltilmiştir. İkinci grup çalışmalar değişik vejetasyon tipleri altındaki topraklarda güç ıslanma sorununun araştırılması üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Üçüncü grup çalışmalar da ise güç ıslanma sorununu giderici önlemler konu edilmiş, topraklara, ıslanmayı kolaylaştırıcı maddelerin atılması ile sorunun giderilmesi olanakları araştırılmıştır.

Bu yazıda, topraklarda ıslanma olayı ve güç ıslanmanın oluşumuna etki eden faktörler konu edilmekte ve ülkemizdeki maki alanlarında da görülen bu sorun tartışılmaktadır.

¹ İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Toprak ve Ekoloji Anabilim Dalı.
Havza Amenajmanı Bilim Dalı.

1. TOPRAKLARIN ISLANABİLİRLİĞİ

Gözenekli bir ortam olan toprağın içindeki boşlukların bir kısmı hava bir kısmında su ile doludur. Toprağın içindeki bu su topraktaki gözeneklerde ve toprak taneciklerinin etrafında bir film halinde tutulmaktadır. Doğaldır ki toprak tanecikleri bu suyu tutabilmek için bir çekim uygularlar. Normal koşullarda toprak tanecikleri suya karşı kuvvetli bir çekim gücüne sahiptirler. Bu nedenle toprak yüzeyine bir su damlası konulduğunda bu damla toprak içine derhal çekilerek, toprak yüzeyinde kaybolur. Bu esnada bu damlacığı meydana getiren su moleküllerinin de kendi aralarında bir çekim kuvveti vardır. Su, bu çekim kuvveti nedeniyle bir damlacık halinde durabilmektedir. Diğer taraftan, toprak yüzeyine bir su damlacığı bırakıldığında, su damlacığı şeklini kaybederek toprak içine emildiğinde toprak taneciklerinin su moleküllerini çekme kuvveti, su moleküllerinin birbirini çekme kuvvetinden büyük olmaktadır. Başka bir anlatımla ıslanma olayının oluşabilmesi için toprak taneciklerinin suyu çekme kuvveti, su moleküllerinin birbirini çekme kuvvetinden büyük olması gerekmektedir. Toprak literatüründe toprak taneciklerinin suyu çekme kuvvetine «Adhezyon», su moleküllerinin birbirini çekme kuvvetine ise «Kohezyon» denilmektedir. ıslanma olayı bu iki kuvvetin karşılıklı etkilerinin bir sonucudur.

1.1. ıslanma Olayı

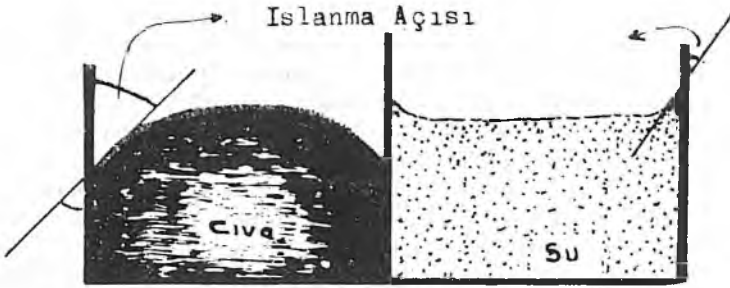
Herhangi bir sıvıyı oluşturan o sıvının molekülleri birbirlerini belli kuvvetlerle çekerek bir arada bulunmaktadır. Bir damla içinde bulunan çok sayıda su moleküllü birbirini çekerek bir arada, bir damlacık şeklinde durabilmektedir. Yine bu çekim kuvvetleri sıvıdan sıvıya farklılık göstermektedir. Örnek olarak bir cıva damlasını ele alırsak cıva moleküllerinin birbirini daha kuvvetle çekmesi sonucu bu damlacık herhangi bir katı yüzey üzerinde daha yuvarlak ve o yüzey üzerinde daha oynak durmaktadır. Bu durumda cıva damlasının yüzeyi ile üzerinde bulunduğu katının yüzeyi çok az bir alanda temas halindedir. Diğer bir anlatımla cıva damlasının yüzeyinde, katı yüzey ile temas etmemek isteyen zar gibi bir yüzey, bilimsel adı ile bir yüzey gerilimi mevcuttur.

Sıvılardaki yüzey gerilimi olgusundan hareketle, ıslanma olayına bakılacak olursa sıvı ile katı maddelerin birbirlerini ıslatma sırasında oluşan fiziksel süreci daha açık görebiliriz.

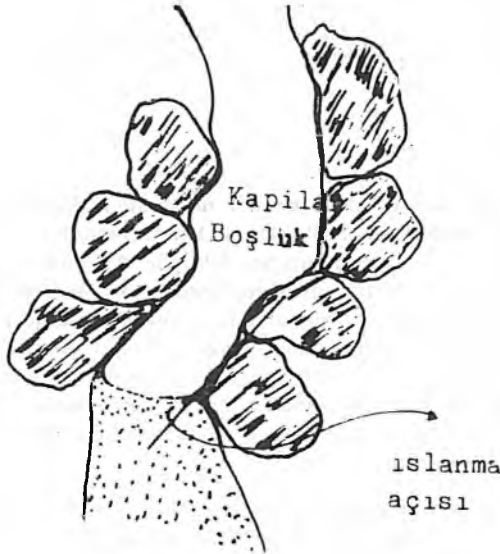
Farklı yüzey gerilimleri olan su ve cıvanın bir kap içindeki duruşlarına dikkat edilirse (Şekil 1), yüzey gerilimi büyük olan sıvının (cıva) katı yüzeye büyük bir açı ile değdiği, suyun ise aynı yüzeye daha dar bir açı ile değmekte olduğu açıkça görülebilir. Bu olgu bizi yüzey gerilimi büyük olan sıvıların katılarına daha güç ıslattığı, başka bir yaklaşımla, yine Şekil 1 üzerinden izleyerek, sıvı ile katının birbirlerine değdiği yüzeyler arasında şekillenen açılar ne kadar büyürse, sıvının katı ortama girişi veya onu ıslatması o derece güçleşecek, sonucuna götürmektedir.

Gözenekli bir ortam olan toprak içinde de bu açı toprak gözeneklerinin kenarları ile su yüzeyi arasında oluşmaktadır. Aynı açı (Şekil 2), katı bir yüzey üzerine konan bir su damlacığı ile katı yüzey arasında da şekillenmektedir. Bu açıya «ıslanma açısı» (Wetting Angle) veya sıvı - katı Değme açısı (Liquid - Solid Con-

tact Angle) denilmektedir. Bu açı toprak - su ile ilgili çalışmalarda, toprağın ıslanabilirliğini (Soil Wettability) belirlemede bir kriter olarak da kullanılmaktadır.



Şekil 1. Yüzey Gerilimi Farklı İki Sıvının Bir Cam Kapta Bulunuş Şekilleri.



Şekil 2. Islanma Açısı (Wetting Angle) nin Toprak İçinde Oluşumu.

1.2. Güç İslanan Topraklar

Aynı zamanda gözenekli bir yapısı olan toprak, suya karşı yüksek bir absorbe etme kapasitesine sahiptir. Bununla birlikte toprakla ilgili araştırmalar, bütün toprakların böyle bir özellik göstermediğini ortaya koymuştur. Laboratuvara analiz edilmek üzere getirilen toprakların su ile işlemi sırasında bu toprakların ıslanmadığı veya yağışlı mevsimlerde arazi çalışmaları yapılırken bazı bölgelerde toprakların kuru olarak bulunduğu bu yüzyılımızın başından bu yana çeşitli çalışmalarda belirtilen bir gözlem olmuştur. (DEBANO, 1981). Bu ilk gözlemler, bileşiminde yağ bulunan organik maddelerin topraklarda ıslanmaya engel teşkil ettiği görüşünü paylaşmaktaydılar.

1960'lı yılların sonlarına doğru topraklarda görülen bu ıslanmaya karşı tepkinin, toprak bilimcilerin, tarımcıların ve havza amenajmanı çalışmaları ile uğraşan araştırmacıların büyük ilgi alanına dönüştüğü görülmektedir. Halen topraklarda bu oluşumun nedenleri, oluşum şekli, dağılışı ve hidro - fiziksel toprak özelliklerindeki değişimler geniş kapsamlı araştırmalara konu edilmektedir.

Yazımızın bu bölümünde, bu özellikteki toprakların oluşumu, nedenleri ve yaratabileceği sorunlar üzerinde durulacaktır. Fakat konu ile ilgili çalışmalara geçmeden önce bazı terim açıklamaları yapmak yerinde olacaktır. Toprakların bu özellikleri ile ilgili olarak kullanılan terimler Amerikan literatüründen alınmış ve tamamen anlam içeriği düşünülerek, dilimizde uygun bir terim ile açıklanmaya çalışılmıştır.

Güç İslanan Topraklar (Water repellent Soils) : Bu deyim, bir su kütlesi ile temasa geldiklerinde, suyu bünyelerine kolayca almayan veya bu suyun içlerine girişini bir süre geciktiren topraklar için kullanılmaktadır. Bu topraklar ıslanmaya karşı gösterdikleri tepkiye göre de, hafif, orta, şiddetli ve ekstrem derecede şiddetli güç ıslanır olarak sınıflandırılmaktadırlar.

Islanmayan Topraklar (Nonwetttable Soils) : Bu, her ne sebeple olursa olsun ıslatılması olanaksız topraklar için kullanılan bir terimdir. Bu topraklarda toprak taneciklerinin suyu çekme kuvveti olan adhezyon kuvveti, su moleküllerinin birbirini çekme kuvveti olan Kohezyon kuvvetinden çok küçüktür.

Normal İslanabilen Topraklar (Normal wetttable Soils) : Su ile temasa geldiklerinde, suyu kolayca bünyelerine alıp ıslanabilen topraklardır. Bu topraklarda Adhezyon kuvveti, Kohezyon kuvvetinden daima çok büyüktür.

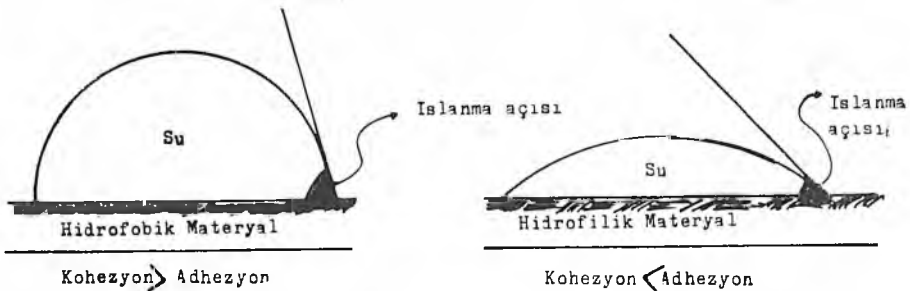
Hidrofilik Maddeler (Hydrophilic substances) :

Hidrofobik Maddeler (Hydrophobic substances) : Toprağın ıslanma özelliklerini etkileyen maddelerin tanımı için kullanılan terimlerdir.

Hidrofobik maddelerin toprakta bulunması, toprağın ıslanma özelliğini azaltır, hidrofilik maddeler ise bu etkiyi oluşturmazlar.

2. TOPRAKLARDA GÜÇ ISLANMAYI OLUŞTURAN NEDENLER

Topraklarda hidrofobik maddelerin bulunuşu toprağın ıslanma özelliklerini etkilemektedir. Çünkü hidrofobik materyaller üzerinde ıslanma açısı büyük, hidrofilik materyaller üzerinde ise ıslanma açısı küçüktür (Şekil 3). Hidrofobik maddelerin



Şekil 3. Hidrofobik ve Hidrofilik Materyaller Üzerinde İslanma Açılarının Şematik Gösterilmesi.

toprak taneciklerinin aralarında bulunuşu veya bu maddelerin toprak taneciklerinin üzerlerini kaplaması sonucu topraklar güç ıslanır bir özellik kazanırlar. Topraklarda güç ıslanma oluşumunu yaratan faktörlerin başında, organik madde, orman yangınları ve bazı toprak özellikleri gelmektedir.

2.1. Organik Maddenin Güç İslanma Oluşumunda Etkileri

Organik maddelerden bir çoğunun, özellikle humusun toprağın su tutma kapasitesini arttırdığı bilinen bir gerçektir. Fakat bir kısım organik maddeler ise, bunun tam aksine buldukları toprakta ıslanmaya engel oluştururlar. Bunlara «hidrofobik organik maddeler» denilmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda, topraklara güç ıslanma özelliği kazandıran bu maddelerin başlıca kaynağının biyolojik organizmalar olduğu görülmüştür.

Bunlar, bitkiler ve toprakta mevcut mikro - organizmalardır. Bitkilerden, ölü örtüye ve oradan da toprağa ulaşan organik maddeler ile bazı mantar ve toprak bakterilerinin ürettiği organik yan ürünler topraklardaki güç ıslanmayı doğuran hidrofobik organik maddelerin esas kaynağını oluşturmaktadırlar.

Yine yapılan araştırmalar göstermiştir ki güç ıslanma sorununun şiddeti ve yeryüzünde dağılışı bitki örtüsü ve bu örtüyü oluşturan türlerle çok sıkı ilişkilidir. Bu sorun Amerika Birleşik Devletleri'nde, Akdeniz'in maki vejetasyonu tipine benzeyen, fakat değişik türlerle temsil edilen *Chaparral* bitki örtüsü ile kaplı alanlarda çok yaygın olarak görülmektedir (DEBANO, 1969). Sorunun ne derecede yaygın olduğunu göstermek amacıyla bitki örtüsü ile ilgili bir kaç örnek daha vermek gerekirse; aynı ülkede Florida sahil bölgesinde narenciye bahçelerinin bulunduğu alandaki topraklarda (JAMISON, 1969) ve Avustralya'da otlak sahalarında bazı mera vejetasyonu ile kaplı alanlarda da bir güç ıslanma sorunu görüldüğü (BOND, 1969) belirtilebilir.

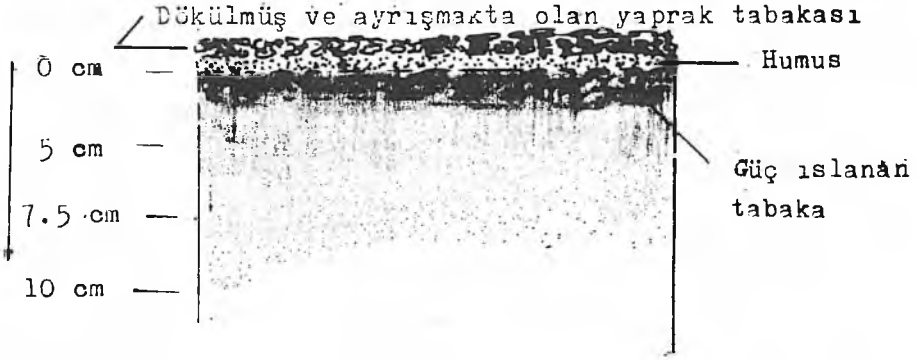
Çok değişik bitki türleri ile kaplı topraklarda görülen bu olgu üzerine ülkemizde yapılan bir çalışmada kızılçam, karaçam ve bazı maki türleri (*Arbutus unedo*, *Erica sp.*, *Cistus sp.*, ve *Q. coccifera*) ile kaplı alanlarda da güç ıslanan toprakların oluştuğu saptanmıştır (ŞENGÖNÜL, 1984).

Doğal olarak meydana gelen bu toprak özelliğinin oluşumunu inceleyecek olursak Şekil 4'te de görülebileceği gibi, güç ıslanmaya neden olan organik hidrofobik maddeler, zamanla ölen ve dökülen bitki kısımları ile topraktaki ölü örtü tabakasına ulaşırlar. Bu tabakada oluşan ayrışma sonucu mineral toprakla karışarak, daha önce de değinildiği gibi ya toprak taneciklerinin aralarını doldurur veya bu taneciklerin üzerinde birikirler. Bu doğal olgu sonucunda da toprak profilinde hemen yüzeydeki tabakalarda bir güç ıslanan toprak katmanı meydana gelmektedir.

Bu tabaka, doğal koşullar altında toprak profilinde A₀ - horizonuna tekabül etmektedir. Bu tabakanın kalınlığı ölü örtü miktarına, bitki örtüsünün sıklığına, yaşına, bitki türüne ve ölü örtünün ayrışma hızına göre değişmektedir. Genelde profil boyunca 0 - 5 cm lik derinlikteki toprak katmanları güç ıslanma sorununun doğal olarak görüldüğü profil derinliğidir.

Bazı bitki örtüsü, özellikle maki gibi, sert yapraklı ve kseroofil özellikteki türler, topraklarda bu sorunu oluşturan organik hidrofobik maddelerce çok zengin

bulunmaktadır. *Chaparral* türleri ile yapılan bir çalışma, bitki yapraklarının gövde ve dallara oranla bu maddeler bakımından daha zengin olduğunu ortaya çıkarmıştır (DEBANO and KRAMES, 1965).



Şekil 4. Doğal Koşullarda Güç Islanan Toprak Tabakasının Toprak Profilindeki Yeri.

Bu konuda, şimdiye kadar yayınlanmış eserlerden elde edilen sonuçlara göre aşağıda bir liste halinde verilen orman, çalı ve otsu vejetasyon türleri, topraklarda değişik şiddetlerde güç ıslanma sorunu yaratmaktadır.

Orman ağaçları

Pinus murrayana
Pinus ponderosa
Pinus monticola
Pinus radiata
Pinus edulis
Pinus resinosa
Pinus contorta
Abies losiacarpa
Tsuga mertensiana
Pseudotsuga macrocarpa
Pseudotsuga menziesii
Juniperus osteosperma
Populus tremula
Sequoiadendron giganteum
Eucalyptus baxteri

Ülkemizde

Pinus brutia
Pinus nigra
Pinus pinea

Çalı vejetasyon türleri

Adenostoma fasciculatum
Adenostoma sparsifolium
Quercus dumosa
Cercocarpus betuloides
Ceanothus sp.
Arctostaphylos sp.
Rhamnus crocea
Artemisia tridentata
Leptospermum myrsinoides

Ülkemizde

Arbutus unedo
Erica arborea
Erica verticillata
Cistus salvifolius
Cistus creticus
Quercus coccifera

Chaparral

Maki

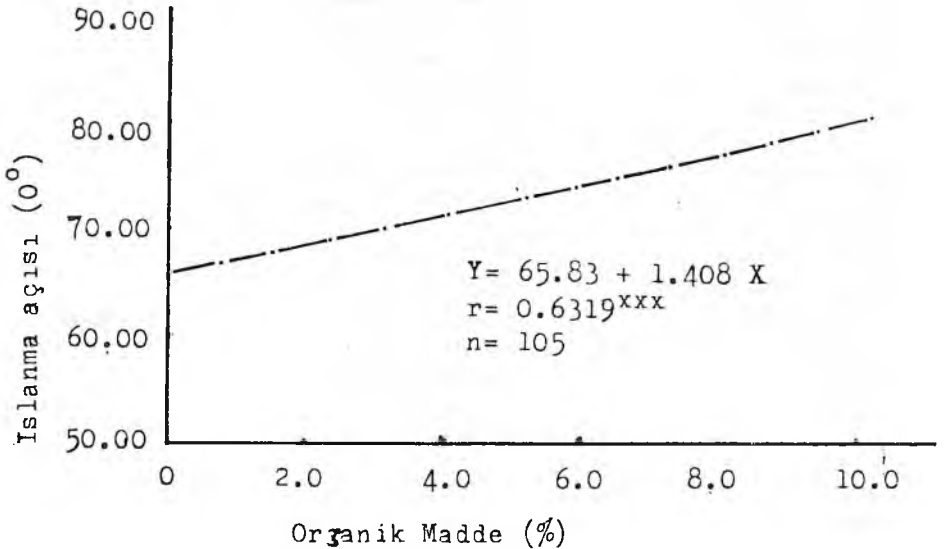
Otsu vejetasyon türleri ve diğer vejetasyon türleri

Medicago sativa (Yonca) *Carex sp.*
Phalaris tuberosa (Kaynaş) *Citrus sp.* (Narenciye)

Topraklarda güç ıslanmaya neden olan organik maddenin diğer bir kaynağı da toprakta bulunan mikro-organizmalardır (DEBANO and RICE, 1973). Avustralya'da kumlu toprakların bulunduğu sahalarda, ölü örtü ve toprak tabakalarında mantar misellerinin yoğun olarak görüldüğü yerlerde güç ıslanmanın önemli bir problem teşkil ettiği, böyle yerlerin sıkı bir gözlemi sırasında mantar misellerinin toprakta bir ağ gibi yayıldığı ve bu sahanın çıplak bir görünüm kazandığı belirtilmektedir. Ülkemizde de bazı otlak sahalalarında ve kumlu topraklara sahip taban arazilerde tesis edilmiş yonca kültürlerinde bu oluşum görülmektedir. Genellikle dairesel bir şekil gösteren bu yerler Amerikan literatüründe «Fairy Rings» olarak adlandırılmaktadır.

Mikro-organizmaların oluşturduğu güç ıslanma sorunu ile ilgili çalışmalar sonunda iki mantar türü olan *Aspergillus sydowi* ve *Penicillium migricans* ile bir bakteri türü olan *Stachbotarys atra*'nın topraklarda şiddetli bir güç ıslanma sorunu yarattığı tespit edilmiştir (SAVAGE, 1969).

Öte yandan, organik maddenin bu oluşum üzerindeki etkisi göz önüne alınarak, total organik madde miktarı ile güç ıslanma arasında ilişkileri saptamak amacı ile yapılan araştırmalar oldukça değişik sonuçlar vermiştir. Avustralya'da çalışan Bond (1969), total organik madde miktarı ile güç ıslanma arasında sayısal bir ilişki bulunamadığını belirterek, % 5 karbon içeren kumların hiç bir ıslanma sorunu göstermediği halde, % 0.1 karbon içeren kum örneklerinde extrem derecede bir güç ıslanma sorunu görüldüğünü belirtmektedir. Bu sorun üzerine bizim yaptığımız bir çalışmada toprakların ıslanabilirliği ile total organik madde miktarları arasında negatif bir ilişki saptanmıştır (Şekil 5). Aynı yönde yapılan bir diğer çalışmada ise (SCHOLL, 1971) organik madde ile güç ıslanma arasında sıkı bir ilişki görüldüğü belirtilmektedir.



Şekil 5. Metamorfik Şist Anamateryalden Gelişmiş Topraklarda Organik Madde ile Islanma Açısı Arasındaki İlişki (ŞENGÖNÜL 1984).

Görülmüştür; çeşitli araştırma sonuçlarına göre, total organik madde ile güç ıslama özelliği arasındaki sayısal ilişkiler birbiriyle çelişkili bulunmaktadır. Bunun sebebi ise, Organik maddenin sayısal miktarından ziyade, onun hidrofobik maddeler bakımından içeriğinin çok önemli olmasından gelmektedir. Bir yerde fazla miktarda birikmiş organik madde (oriijini ne olursa olsun) çok şiddetli olmasa da bir güç ıslanma sorunu yaratabilir. Fakat az miktarda bir organik madde eğer hidrofobik maddelerce zengin ise ekstrem derece de bir güç ıslanma yaratabilmektedir.

2.2. Güç ıslanmanın Oluşumunda Toprak Özelliklerinin Yeri

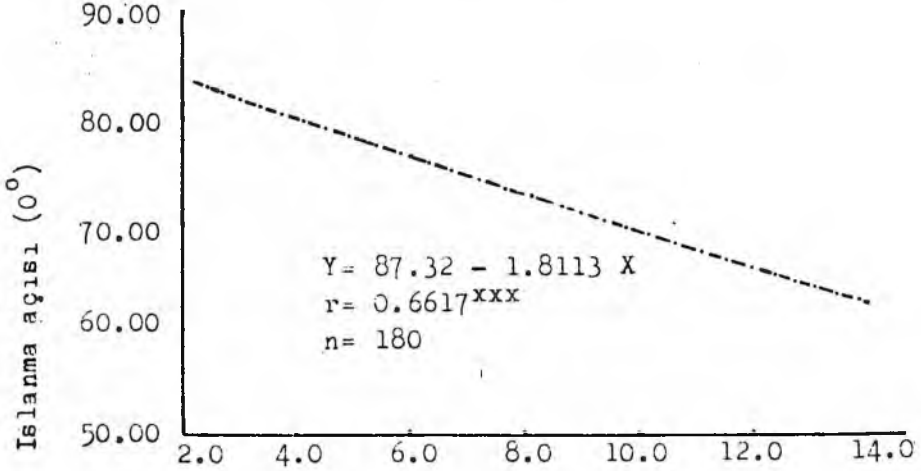
Normal olarak, topraklara organik madde ilavesi toprak sütrüktürünü geliştirerek, toprağa kırıntılı bir bünye kazandırır buda toprak havalanmasını ve geçirgenliği olumlu yönde etkiler. Bu oluşumun tersine, özellikle kumlu topraklara, hidrofobik maddelerce zengin organik maddelerin ilavesi bazen beklenmedik bir güç ıslanmaya neden olabilir. Avustralya'da geniş alanlar kaplayan kumlu topraklarda güç ıslanmanın çok büyük bir amanjman problemi doğurduğu belirtilmektedir (BOND, 1969; KING, 1974b). Yine bu konudaki araştırmaların birleştikleri bir ortak konuda, kil miktarı yüksek topraklarda böyle bir problemin oluşmadığı veya çok düşük şiddette görülebildiğidir. Bond (1969) toprağın kil içeriğinin, güç ıslanmanın oluşumunda önemli bir yer tutabileceğini vurgulayarak 2 mikrondan küçük toprak taneciklerinin % 7 den daha az olduğu koşullarda güç ıslanma için uygun bir ortam oluşabileceğini belirtmektedir. Bu sorun üzerinde, bizim yaptığımız çalışma sonuçlarına göre; aynı bitki örtüsü altında granit anamateryal üzerinde gelişmiş, ortalama % 85 kum içeren toprakların metamorfik şist anamateryal üzerinde gelişmiş ortalama % 67 kum içeren topraklara oranla güç ıslanmanın oluşumuna daha duyarlı oldukları saptanmıştır (ŞENGÖNÜL, 1984). Yine bu çalışma kil miktarı ile toprakların ıslanabilirliği arasında pozitif korelasyon görülmüştür. Bu ilişkinin açıklaması ise, kum topraklarının daha düşük toplam yüzey alanına sahip olması ile yapılmaktadır. Aynı miktar hidrofobik maddenin daha az bir alan üzerinde fikse olması sonucu kum ve kumlu topraklar bu oluşuma daha yatkındırlar. Çünkü killi topraklar kum topraklarına oranla çok daha fazla toplam yüzey alanına sahiptirler.

Diğer taraftan güç ıslanmanın şiddeti, yangın geçirmiş bir alanda sadece tek-türe ve organik maddenin niteliğine bağlı kalmayıp, toprağın ısınma miktarına da sıkı sıkıya bağlıdır. Toprağın ısınması ise yangının şiddeti ve o andaki toprak nemi ile ilgili bir olgudur. Diğer bir anlatımla hafif şiddetteki bir yangın, eğer toprak kuru ise, oldukça şiddetli bir güç ıslanma doğurabilecektir. En düşük derecede ve problem oluşturmayacak düzeyde bir güç ıslanma oluşumu, hafif şiddetle bir yangın ve nemli toprak koşullarında beklenmelidir. Bu ipucu yangın kültürü çalışmalarını için önemli noktalardan birisidir.

Yine bu konuda yapılan çalışmalara göre toprak reaksiyonunun güç ıslanmanın oluşumunda bir etkisinin görülmediği belirtilerek, gübrelemenin ise bitki büyümesini hızlandırarak ve bunun sonucu olarak toprağa daha fazla organik madde ulaşmasını çabuklaştırarak dolaylı bir etkisi dışında, bir etkisi olmadığı vurgulanmaktadır (BOND, 1969).

Güç ıslanan toprakların oluşması üzerinde iklim, yükseklik ve fizyografik faktörlerin hiç bir etkisinin görülmediğini belirten bazı çalışmalara göre, Amerika'da,

çöllerden dağlık bölgelere kadar değişik vejetasyon tipleri altında bu özellikteki toprakların bulunduğu görülmüştür. Yine bu sahalarda yıllık yağış 127 - 625 mm arasında değişmektedir (HOLZHEY, 1969).



Şekil 6. Granit Anamateryalden Gelişmiş Topraklarda Kıl Miktarı İle İslanma Açısı Arasındaki İlişki (ŞENGÖNÜL 1984).

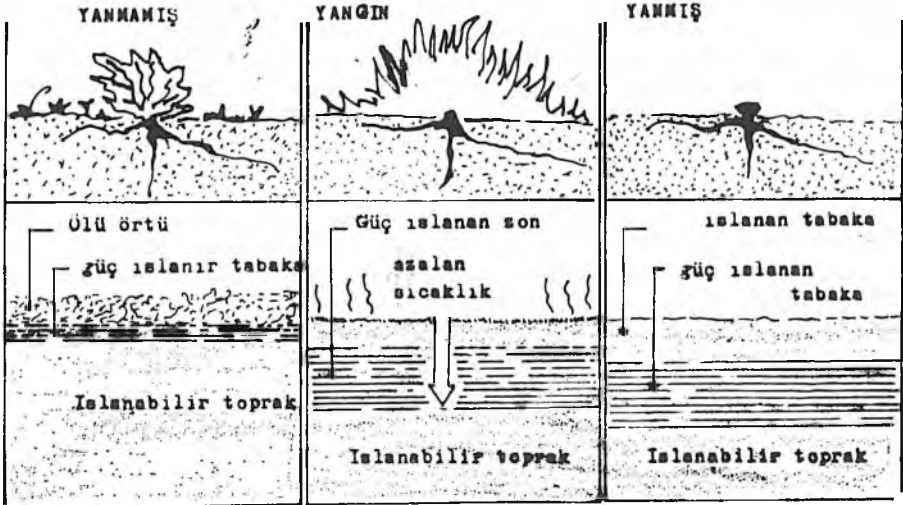
2.3. Güç İslanma ve Orman Yangınları

Orman ve çalı vejetasyonu ile kaplı alanlarda yangın sonrası görülen çok yüksek erozyon potansiyeli ile ilgili çalışmalar sırasında, yangın geçirmiş havzaların topraklarında çok şiddetli bir güç ıslanma sorunu görülmüş, yangının güç ıslanma üzerindeki rolü bir çok araştırmaya konu edilmiştir (DEBANO, 1979; DEBANO et al., 1977; DYRNESS, 1976).

Doğal koşullar altında bitki örtüsünden dökülen yaprak, dal, kabuk, tohum ve diğer materyaller ile ölü örtüye geçen hidrofobik organik maddeler veya topraktaki mikro-organizmalar tarafından üretilen bu maddeler, ölü örtünün hemen altındaki toprak tabakalarında birikerek bir güç ıslanma sorunu yaratırlar (Şekil 7). Bu sahalarda bir yangın meydana geldiğinde, ölü ve üst toprak tabakaları yangın sırasında oluşan yüksek sıcaklık nedeniyle şiddetli bir ısınmaya uğrarlar. Çünkü şiddetli bir yangın sırasında toprak yüzeyinde 700-800°C'a varan sıcaklıklar meydana gelebilmektedir (DEBANO and DUNN, 1977). Bununla beraber toprağın kötü bir iletken olması nedeniyle toprak profilinde 5 cm derinlikte bu sıcaklık değerleri hızla düşerek nadiren 150°C'ı aşmaktadır (DEBANO et al. 1977). Yangın sırasında ölü örtü ve üst toprak tabakalarında organik maddelerin bir kısmı uçucu hale geçerek atmosfere karışırken, bir kısmıda daha derin toprak tabakalarına doğru profil boyunca hareket ederler ve tekrar yoğunlaşabilecekleri bir derinliğe ulaştıklarında o noktadaki toprak taneciklerinin üzerinde veya bunların aralarında yoğunlaşarak bu toprak tabakalarını tam olarak ıslanmaz hale getirebilirler. Bu oluşum yangın geçirmiş bir sahada değişik derinliklerde ve değişik şiddete oluşmaktadır. Bizim tespitlerimize göre örnekleme yöntemiyle yangın geçirmiş ma-

kilik bir havzada toprakların % 46'sının extrem derecede güç ıslanır, % 47'sinin ise orta derecede güç ıslanır özellik kazandığı görülmüştür. Yine bu çalışma sırasında güç ıslanma özelliğinin, yangın sonrası toprak profilinde 2.5-7.5 cm lik derinlikler arasındaki toprak tabakalarında yoğunlaştığı saptanmıştır. Toprak profilinde yüzey altında oluşan güç ıslanan toprak tabakasının kalınlığı ve yüzeyden olan derinliği doğrudan doğruya yangının şiddetine bağlıdır. Çünkü yanma ne kadar şiddetli olursa, profil boyunca sıcaklığın daha derin toprak tabakalarına ulaşması o oranda artacak ve daha derinlerde aynı oranda daha kalın bir güç ıslanan tabaka oluşacaktır. Bu oluşum sırasında toprağın içerdiği nem ayrı bir önem kazanmaktadır. Nemli toprak koşullarında toprak katmanlarında ısı iletiminin düşmesi nedeniyle, toprak yüzeyinde oluşacak yüksek sıcaklık, toprağın ancak yüzey tabakalarında kalacak ve meydana gelebilecek güç ıslanan tabakanın kalınlığı ve şiddeti daha az olacaktır. Bazen hafif şiddette bir yanma bile, eğer toprak kuru ise şiddetli bir güç ıslanma yaratabilmektedir. Bunun aksi durumda nemli koşullarda aynı şiddetteki bir yanma daha hafif bir sorun meydana getirebilecektir.

Yanmış alanlarda, yüzey altında güç ıslanan veya ıslanmayan toprak tabakalarının oluşumu ile ilgili doğal prosedürü açıklamaya yönelik laboratuvar çalışmaları sonucunda, normal ıslanabilir özellikteki toprak örnekleri üzerine, güç ıslanır toprak örnekleri veya hidrofobik maddelerce zengin, araziden getirilmiş ölü örtü örnekleri konulmuş ve üstten özel ekipmanlarla belli sıcaklık derecesinde yakma uygulanmıştır. Deneme sonunda hidrofobik maddelerin ıslanabilir özellikteki toprak örnekleri üzerine geçerek orada yoğunlaştığı ve yapılan testlerle bu toprakların güç ıslanır bir özellik kazandığı saptanmıştır (SAVAGE, 1974). Bu oluşumu Şekil 7 de yangın koşulları için şematik olarak açıklamaktadır.



Şekil 7. Yangın Sırasında Güç İslanan Tabakanın Oluşumu.

2.4. Güç İslanmayı Yaratan Maddelerin Kimyasal Niteliği ve Isı İlişkileri

Topraklarda güç ıslanmayı yaratan maddeler kesinlikle organik orijinli olmalarına karşılık topraktaki organik karbon miktarı ile güç ıslanmanın derecesi doğrudan ilişkili görülmemektedir (DEBANO et al. 1976). Topraklarda güç ıslanmanın nedeni olan hidrofobik organik maddelerin ekstrakte edilmesi üzerine yapılan çalışmalarda bazı çözücüler kullanılmıştır. Normal su ile bazı Chaparral türlerinden elde edilen ekstraktların, kum ile muamelesi sonucunda, bu kumların güç ıslanır bir hal aldığı, Amonyum hidroksit gibi alkali çözeltilerin, ölü örtü materyalini ekstrakte etmekte kullanıldığı ve bu ekstraktlar ile muamele edilen kumların güç ıslanır bir hal aldığı görülmüştür (LETEY et al. 1962a). Bazı araştırmacılar bu organik maddelerin, bazı organik çözücülerdeki çözünebilirliğini güç ıslanmanın belirlenmesinde kullanmak amacıyla da görmüşlerdir. Florida da *Citrus sp.* ile kaplı alanlarda çalışan Wander (1949) toprak taneciklerinin üzerine kaplayan organik hidrofobik maddelerin metanol ile çözülebildiğini belirtmektedir. Buna karşılık Yeni Zelanda da yapılan bir çalışmada toprakta güç ıslanmaya neden olan hidrofobik organik maddelerin 2 saat süreli bir işlem sonucunda bile eter tarafından çözümediği belirtilmektedir (VAN'T WOUDT, 1959). Başka bir araştırmada, bu organik maddeleri çözmek amacıyla, kullanılan, etil eter, konsantre asid, dietil eter, etenol, benzen, kloroform ve aseton gibi çözücüler ile bir başarı sağlanmadığı belirtilmektedir (ROBERTS and CARBON, 1972). Amerika'da yapılan bir çalışmada doğal koşullarda yangın sırasında oluşan ve toprak taneciklerinin bir mantı gibi organik maddelerle kaplandığı güç ıslanan örnekler, Benzen - Aseton karışımı ile bile çözülememişlerdir (SAVAGE et al. 1972).

Bu çalışmalar şunu açıkça göstermektedir ki, topraklarda güç ıslanmayı doğuran organik maddeler çok kompleks ve karmaşık bir yapıdadır. Hümik asidin analizi sonucu bu maddelerin kimyasal yapısını aydınlatmayı içeren pek çok araştırma yapılmış ve yapılmaktadır. Bununla birlikte topraktaki tüm hümik asitlerin böyle bir oluşuma yardımcı olmadığı görülmüş, araştırmalar yalnızca bir bakteri türü olan *Stachybotrys atra*'nın kültürlerinden elde edilen hümik asidin kum ve kumlu topraklarda bir güç ıslanma yarattığını ortaya çıkarmıştır (SAVAGE et al. 1969a).

Bütün bu çalışmalarda, elementel ve spektroskopik analizler sonucunda, kesinlik kazanan bulgular, özellikle yangın sırasında meydana gelen güç ıslanmalarda, bu sorunu yaratan organik maddelerin esas olarak alifatik hidrokarbonlar olduğunu ortaya koymuştur (SAVAGE, 1974). Bir çok organik veya inorganik çözücü ile yapılan işleme rağmen, çözülmeye karşı bu derece direnç gösteren bu maddelerin çok kuvvetli şekilde adsorbe edildikleri kabul edilmektedir.

Yangın sırasında, ölü örtü ve üst toprak tabakalarında mevcut hidrofobik maddelerin, ısı etkisiyle formlarını değiştirip toprak tanecikleri üzerinde yoğunlaşması olgusu üzerine yapılan çalışmaların, sonuçlarına göre, hidrofobik maddelerin hareketi hemen tamamen yangın sırasında olmaktadır. Bu maddelerin toprak tanecikleri üzerine fikse olması ve daha az polar olanların uçucu hale geçebilmeleri için gerekli sıcaklık 250°C ve daha yüksek derecelerdir. Bu konuda yapılmış pek çok çalışma şu ortak noktayı desteklemektedir; güç ıslanmaya neden olan hidrofobik maddeler 288°C lik bir sıcaklığa erişildiğinde bozulmaktadırlar. Hidrofobik madde-

ler içeren bir toprakta şiddetli bir güç ıslanma oluşması ise 176 - 204°C lar arasındaki ısınmalar yeterli gelmektedir.

3. GÜÇ ISLANMA İLE İLGİLİ SORUNLAR VE ÖNERİLER

Güç ıslanan veya ıslanmayan topraklar, doğal olarak bir çok problemin doğmasına neden olmaktadır. Bunları bir kaç başlık altında incelenecek olursa;

3.1. Yüzeysel Akış ve Erozyon

Yangın sonrası, yangın geçirmiş havzaların büyük erozyon potansiyeli, topraktaki güç ıslanma sorunu ve yağmur damlasının çıplak toprağa yaptığı çarpma ve sıçratma etkilerinin bir kombinasyonunun sonucu olarak değerlendirilmektedir.

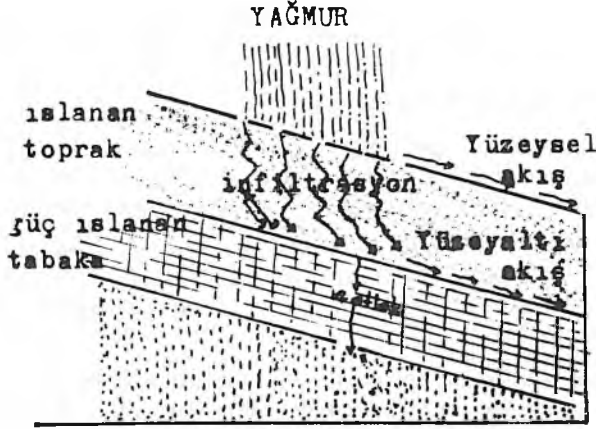
Herhangi bir mineral toprak, eğer bir miktar organik madde içeriyorsa, ısıtıldığında bir dereceye kadar güç ıslanır özellik kazanabilir. Fakat bu durum şiddetli olduğu koşullarda veya oldukça yaygın bir alan kapladığında, önemli bir problem olarak karşımıza çıkar.

Yangınlar sırasında, daha ziyade kumlu topraklara özgü olarak, hem ormanla kaplı alanlarda, hemde çalı vejetasyonu ile kaplı alanlarda çok şiddetli bir güç ıslanma sorunu oluşmaktadır. Bunun sonucu bu sahalarda büyük bir yüzeysel akış ve erozyon potansiyeli açığa çıkmaktadır. Daha önce değinildiği gibi, toprakta yüzey altında ve yüzeye yakın tabakalarda meydana gelen bir güç ıslanır veya ıslanmaz tabaka infiltrasyonu bazen başlangıçta, bazende kısa bir süre sonra tamamen durdurabilir (Şekil 8). Güç ıslanma özelliği gösteren yüzey altı tabakanın üzerindeki normal ıslanabilir toprak tabakası su ile doymuş hale geldiğinde eğim boyunca akıp gitmektedir. Yanmış bir havzada yüksek orandaki yüzeysel akış ve toprak taşınması, güç ıslanan tabakanın sahada gösterdiği devamlılığa ve şiddetine, yamacın dikliğine, yağış şiddetine ve miktarına sıkı sıkıya bağlıdır.

Diğer taraftan tam olarak vejetasyon örtüsü ile kaplı bir havzada (Orman veya maki) tehlikeli bir yüzeysel akış nadiren mevcuttur. Ölü örtü tabakası yağmur damlasının toprak yüzeyini dövme etkisini yok ederek aynı zamanda toprak yüzeyinde hızlı bir akışı önleyerek infiltrasyonu arttırmaktadır. Hatta yüksek şiddetteki bir yağış sırasında bile geçici bir depolama yaparak yüzeysel akışı azaltır. Sık bir maki örtüsü de yukarıda açıklanan işlevi tam olarak yerine getirebilir.

Ormanlık alanlarda ve özellikle maki vejetasyonu ile kaplı havzalardaki bu stabilite yangın etkisiyle şiddetli olarak değişikliğe uğrar, Yangınsonrası, bu sahalarda büyük oranda bir yüzeysel akış ve toprak taşınması genel bir olgudur. Yine gözlemler göstermiştir ki düşük şiddetteki yağışlar bile bu havzalarda önemli bir yüzeysel akış meydana getirmektedir. Bu yüzeysel akış da bu havzalardaki tabaka erozyonunun esas nedenidir. DeBano ve Conrad (1976) tarafından yapılan bir çalışmada, % 50 eğimli bir yamaç üzerinde hafif yanmış bir parselden

meydana gelen materyal taşınmasının aynı koşuldaki yanmamış sahaya oranla 34 kat daha fazla olduğu bulunmuştur. Yangın sonrası yüzeysel akışın artmasının esas önemi doğrudan doğruya erozyonu artırmasından öte, daha önce toprak kayması veya yer çekimi etkisiyle dik yamaçlardan gelerek havzanın çıkışına yakın yerlerde ve dere kenarlarında birikmiş tüm materyali tekrar harekete geçire-



Şekil 8. Yüzeysel Akışta Güç İslanan Bir Tabakanın Oluşturduğu Koşullarda İnfiltrasyon.

bilecek ani pik akımları oluşturmasından gelmektedir. Bu havzalardan beklenen erozyonun % 70'den fazlasının ilk yıl içinde ve bu yolla olduğu belirtilmektedir. Diğer bir deyimle bu havzalardaki erozyon olgusunun esas kaynağı yıllar boyunca birikmiş materyalin aniden tekrar hareketli hale geçmesidir. Yangını izleyen yağışlı mevsimin ertesi yazında bu dik yanmış sahalarda bu defa bir kuru erozyon başlamaktadır. Yanma sırasında bitki köklerinin zarar görerek ölmesi ve çürümesi sonucunda, bitki kökleri ile tutulamayan topraklar meyil aşağı harekete geçerek belli noktalarda yine hazır potansiyel olarak birikirler.

Sonuç olarak yangın sonrası canlı ve ölü örtünün tampon etkisinin yok edildiği sahalarda infiltrasyonunda düşmesiyle yüzeysel akış artmakta ve erozyon potansiyeli tahmin edilemeyecek boyutlara ulaşmaktadır.

Ülkemizde Marmara Bölgesi koşullarında yapılan bir çalışmada, bazı maki elemanları altındaki topraklar ile yine yangına hassas bölgelerimizin yerli çam türleri kızılçam ve karaçam altındaki topraklar, güç ıslanma sorunu ile ilgili olarak araştırılmıştır (ŞENGÖNÜL, 1984). Bu çalışma sonuçlarına göre, yangın geçirmiş maki ile kaplı sahalarda, extrem derecede güç ıslanan toprakların olduğu saptanmıştır. Doğal koşullar altında Kızılçam meşceresi altında, granit anamateryalden gelişmiş topraklarda da extrem derecede güç ıslanma sorunu olduğu görülmüştür. Maki örtüsü ile kaplı alanlardaki topraklar türlerine göre ayrı ayrı incelendiğinde, *Arbutus sp.* ve *Erica sp.* ile kaplı alanlarda bir yaz yangını sonrası önemli bir güç ıslanma sorunu olduğu ortaya çıkmıştır.

Bu bulguların ışığında ülkemizde geniş bir yayılış alanı olan makilik sahalarda bazen uygulanan kontrollü yakma uygulamaları sonunda veya kızılçam ve ka-

raçam meçcerelerinde ve yine alt tabakada maki elemanlarının bulunduğu sahalarda bir yangın sonrası, topraklarda bu problemin oluşabileceği beklenmelidir.

Ortaya çıkabilecek bu probleme karşı alınabilecek önlem ve uygulamalar için bir yaklaşım yapmak gerekirse; yangın sırasında toprakta bir güç ıslanma sorununun oluşabilmesi için uygun koşulları bilip, yangını bir araç olarak kullanırken bu koşulları minimuma indirmek en önemli tedbiri oluşturmaktadır. Bir güç ıslanma sorunu oluştuktan sonra yapılacak işlemler genelde sınırlı kalabilir. Bunlarda ancak, infiltrasyonu artırıcı işlemler ki bunlar kimyasal bazı maddeler kullanarak toprağın ıslanabilirliğini arttırmak veya bu sorunun geniş alanlar kapladığı bölgelerde toprak işlemesidir.

Kontrollu yangın uygulamalarında elimizde iki seçenek bulunmaktadır. Bunlardan biri yakmanın yapılacağı mevsimi ve toprak koşullarının seçilebilmesi, diğeri ise yanmanın şiddetinin kontrol altında tutulabilmesidir. Doğal koşullarda bu iki olanak da elimizde bulunmamaktadır. Buraya kadar açıklanan bilgilerin ışığında (a) yangının şiddetinin düşük düzeyde kaldığı koşullarda çok hafif veya hiç bir güç ıslanma sorunu çıkmayabilir (b) ince tekstürlü topraklarda bu sorun, kumlu topraklara oranla daha azdır, diğer bir deyimle kumlu topraklar güç ıslanmanın oluşumuna daha duyarlıdır (c) toprak yüzeyinde az miktarda organik maddenin bulunması, ancak düşük şiddette bir güç ıslanmanın oluşumuna hizmet edebilir (d) toprak nemli olduğu koşullarda, toprağın ısınmasında azalması nedeniyle de bu sorunun oluşması minimuma düşürülebilir.

Bu temel taşları, bize farklı toprak, vejetasyon ve yangın koşulları altında ne derece bir güç ıslanma sorunu doğabileceğini tahmin etmeye ışık tutacaktır.

Makilik alanda yangın sırasında oluşacak toprak ısınması, kontrol altında ormanlık alanda yapılan bir yangın sırasında toprakta oluşan ısınmadan daha şiddetli olabilmektedir. Bunun bir çok nedeni vardır. Hem kontrol altında ve hemde doğal olarak meydana gelen bir yangın esnasında maki vejetasyonunun bütün toprak üstü kısımları ve sahada mevcut ölü ve kurumuş gövdeler yangına iştirak ederek yoğun bir yanma meydana gelmektedir. Bunun aksine ormanlık alanda yapılacak bir yangın sırasında, yanma olayı bir örtü yangını şeklinde organize edilebilir toprak ısınması da o oranda daha az olabilir. Maki ile kaplı bir alanda, doğal olarak yangınlar kurak mevsimlerde meydana gelmektedir. Bu şartlarda ölü örtü ve hatta canlı bitki materyali en az düzeyde nem içermektedir. Toprağın da çok az nemli olduğu böyle yerlerde zaten çok ince bir yapıda olan ölü örtü de toprağın yeterli düzeyde izole edememektedir. Buna karşılık orman ölü örtüsü daha kalın ve toprağı izole etkisi daha fazladır.

Diğer taraftan toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerindeki değişimler, toprak ne kadar az ısınırsa o oranda daha az olacaktır. Bu konuda yapılmış pek çok kontrollu yangın uygulaması yukarıda yapılan açıklamaları doğrular sonuçlar vermiştir (DEBANO, 1981).

Yangın geçirmiş havzalarda, orta ve ince tekstürlü topraklarda, bir problem teşkil edecek düzeyde bir güç ıslanma oluşmadığı belirtilmekle birlikte, bazı araştırmalarda çok hafif yanma koşulları altında ince tekstürlü topraklarda bile infiltrasyonu engelleyebilecek düzeylerde bir güç ıslanmanın görüldüğü belirtilmektedir

(ZWOLINSKI, 1971). Bazı hallerde hafif bir yanma sadece ölü örtü tabakasına inhisar eden bir güç ıslanma yaratarak, toprak için bir sorun doğurmaya bilmektendir.

Yukarıda açıklanan koşullar ülkemiz için ele alındığında maki örtüsü ile kaplı alanlarda yapılacak bir ağaçlandırma çalışması sırasında toprakta oluşabilecek zararları minimuma indirmek için yakma mevsiminin ve yangın koşullarının tespiti sırasında bazı dikkat edilmesi gerekli noktalar şöylece özetlenebilir;

Yakma zamanı seçilirken, toprağın ve ölü örtünün daha fazla nem içerdiği erken ilkbahar veya geç sonbahar mevsimleri şartların uygun olabileceği zamanlardır. Bu tarihler özellikle Marmara, Ege ve Akdeniz bölge koşulları için önerilebilir. Bunlar, doğaldırki bir şablon olmayıp, toprağın ve ölü örtünün bu bölgelerde yeteri oranda nem içerdiği koşulları ve aynı zamanda toprak üstü materyalinin de istenen oranda temizlenebileceği koşulların uygun olabileceği genel tarihlerdir.

Diğer taraftan diri örtü temizliği amacıyla, canlı materyalin belli noktalarda toplanıp yakılması bazen beklenmedik sonuçlar doğurabilir. Bu noktalarda veya şeritlerde toplanmış materyal yakıldığında doğaldırki oluşacak çok yüksek sıcaklık bu yerlerdeki toprak özelliklerini ıslahı imkânsız düzeyde değiştirebilecektir.

Yangın sonrası sahada açığa çıkacak bitki besin maddelerinin yıkanması olayı ise ayrı bir konu teşkil etmektedir. Eğer yangını müteakip bu sahalarda bir toprak işlemesi derhal yapılmaz ise ve gerekli toprak koruma önlemleri alınmaz ise hem yüksek oranda bir toprak taşınması hem de besin maddeleri kaybı olacaktır. Bu nedenle ilk yağışlı mevsimden önce yapılacak bir toprak işlemesi, hem açığa çıkan besin maddelerini toprağa karıştıracak, hem de yüzeyde bir pürüzlülük doğurarak suyun toprağa sızması sağlanacaktır. Eğer bir teraslama çalışması ile dikim yapılacak ise teraslama işleminin de derhal yapılması, ile çıplak kalan toprak yüzeyinde yüzeyel akışın kontrol edilmesini sağlanabilecektir.

Diğer taraftan yangın sonrası eğer sahada bir güç ıslanma sorunu tespit edilmiş veya bekleniyor ise (bu toprak tabakasının toprak profilindeki yeri 2.5 - 10.0 cm. ler arasındaki derinliklerde olabileceği bir çok araştırmada saptanmış bulunmaktadır) bu tabakanın kırılıp - karıştırılması uygun bir ekipmanla yapılmalıdır. Burada şunu belirtmek gerekir bu tabakanın bir ekipmanla kırılması ve karıştırılması muhakkak ki yararlı olacaktır fakat bu özellikteki toprak ile karışmış bir noktaya dikilecek fidan veya düşecek tohum, diğer taraftaki ıslanabilir toprağa dikilen veya ekilene nazaran bazı dezavantajlara sahip olacaktır. Çünkü bu noktadaki toprağın ıslanması yine bir miktar anormallik taşımaya devam edecektir.

Bir yangın kültürü yapılarak, doğal gençleştirmeye geçilecek bir alanda toprağın ıslanabilirliğindeki düzensizlik, mineral toprağa ulaşan tohumların bazılarının çimlenememesi sonucunu da doğurabilecektir. Buda doğal gençleştirmenin başarısı üzerine direkt etkili olacaktır. Bu sorun yangın kültürü yapılmadığı koşullarda da mevcut olabilir. Çünkü güç ıslanma sorunu doğal olarak da meydana gelmekte ve bu doğal durumda hemen mineral toprak yüzeyinde görülmektedir.

Bütün bu oluşumlardan ayrı olarak diğer bir nokta da, bazı çalı doğrayıcı ekipmanların, sahadaki ince materyali parçalayarak toprak yüzeyine sermesi, ile toprak yüzeyinde bol miktarda organik artık oluşmaktadır. Bu materyalin başka bir

ekipman ile yine toprağa karıştırıldığını düşünürsek, bu aşamada sahada bazı yerlerde çok bol organik artık birikmesi oluşacaktır. Organik maddenin böyle birikmesi, (Orijini ne olursa olsun) toprakta ıslanmayı etkilemektedir. Özellikle bu artıkların bolca bulunduğu yerlerde, kurak bir mevsim sonunda, tamamen kuruyabilen bu artıklar, güç ıslanır bir özellik kazanmaktadırlar. Eğer bu işlem kum oranı yüksek topraklarda yapılmış ise sorun çok şiddetli olabilir. Bu konuda bir de organik maddenin orijini göz ardı edilmemelidir. Çünkü hidrofobik maddelerce en zengin materyal bazı çalı vejetasyonu (Özellikle maki türleri) artıklarıdır.

Diğer bir konu olarak, burada kumul ağaçlandırmaları veya stabilizasyonu ile ilgili çalışmalar için kumların güç ıslanma sorunu ile ilgili özelliklerine değinmek yerinde olacaktır. Çünkü Avustralya'da geniş alanlar kaplayan kum düzlüklerinde güç ıslanmanın çok büyük bir problem olarak mütalâ edildiğini görmekteyiz (BOND, 1969). Buralarda kumlar bazen çok az bir organik artık ile karışıklarında bile son derece güç ıslanır bir hal almaktadırlar. Bu sahalara getirilen canlı örtü, bir iki yıl gibi kısa bir süre sonra, yüzeyde ve tepe tacının izdüşümü altında bir güç ıslanma yaratabilmektedirler. Neticede de kuruyup, ölmektedirler. Bu sahalara sentetik ıslatıcılar serpilerek toprakların ıslanma nitelikleri ıslah edilmeye çalışılmaktadır. Kumul sahalalarında çalışan araştırmacılar için böyle bir sorun görülürken, en azından yapılacak ilk tedbir sahanın tamamını değil de bir kısmını bitki ile kaplamak veya fidan dikilmiş ise sıra aralarının işlenmesi sırasında bitki artıklarının toprağa karıştırılmamasına dikkat etmektir. Eğer fidan sıraları arasında su toprağa kolayca nüfuz edebilirse, bitkinin tepe tacı altında bir güç ıslanma örtü oluşsa bile bu zarar yerine fayda bile getirebilir. Çünkü yüzeyde oluşacak güç ıslanma kumlar bazen kuru bir malç örtüsü gibi davranacaktır.

Toprakların ıslanabilirliğini arttırmak amacıyla kullanılan ıslanmayı arttırıcı maddeler genellikle çok pahalıdır. Bu nedenle geniş alanlarda kullanımı olanaksızdır. Bu maddelerle yapılan bir çalışmada, yüzeysel akışın 2-3 kat arasında bir düşme gösterdiği bulunmuştur. Diğer bir deyimle infiltrasyonun 2-3 kat artırıldığı söylenebilir (KRAMMES and OSBORN, 1969).

K A Y N A K L A R

- BOND, R.D., 1969. *Factors Resposible for Water Repellence of Soils. In Proceedings of Symposium on Water Repellent Soil. Univ. California, Riverside.*
- DeBANO, L.F., 1981. *Water Repellent Soils: A State - of - the - Art. USDA Forest Service, PSW - 46 Tech. Report.*
- DeBANO, L.F. and R.M. RICE, 1973. *Water Repellent Soils, Their Implications in Forestry Journal of Forestry. Vol. 71, N. 4.*
- DeBANO, L.F., 1969. *Observations on Water Repellent Soils in Western United States. In Proceedings of Symposium on Water Repellent Soils. Univ. Calif. Riverside.*
- DeBANO, L.F., P.H. DUNN and C.E. CONRAD, 1977. *Fire's Effect on Physical and Chemical Properties of Chaparral Soils. USDA Forest Service. Gen. Tech. Rep. WO - 3.*
- DeBANO, L.F. and P.H. DUNN, 1977. *Fire's Effect on Biological and Chemical Properties of Chaparral Soils. USDA Forest Service, Gen. Tech. Rep. WO - 31.*
- DeBANO, L.F., S.M. SAVAGE and D.A. HAMILTON, 1976. *The Transfer of Heat and Hydrophobic Substances During Burning. Soil Science Amer. J. V. 40.*

- DeBANO, L.F. and J.S. KRAMMES, 1965. *Soil Wettability; A Neglected Factor in Watershed Management. Water Resource Research V. 1.*
- DeBANO, L.F. and J. LETEY, 1969. *Water Repellent Soils Symposium Book. California, Riverside hold in 1968.*
- DeBANO, L.F., 1979. *Effects of Fire on Soil Properties. Univ. Calif. Div. Agric. Science 4094, Berkeley.*
- DYRNESS, C.T., 1976. *Effects of Wildfire on Soil Wettability in the High Cascades of Oregon. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PNW-202.*
- HOLZHEY, C.S., 1969. *Water Repellent Soil in Southern California. In Proceedings of Symposium on Water repellent Soils Univ. Calif. Riverside.*
- JAMISON, V.C., 1969. *Wetting Resistance Under Citrus Trees in Florida. In Proceedings of Symposium on Water Repellent Soils. Univ. Calif. Riverside.*
- KING, P.M., 1974-b. *Water Repellence - An Assessment of Past Discovery and Future Research Requirements. Inter. Publ. South Australia Department of Agric.*
- KRAMMES, J.S. and J. OSBORN, 1969. *Water - Repellant Soils and Wetting Agent as Factors Influencing Erosion. In Proceedings of Symposium on Water Repellent Soils. Cali. Riverside.*
- LETEY, J., J. OSBORN and R.E. PELISHEK, 1962-a. *Mesurement of Liquid-Solid Contact Angle In Soil and Sand. Soil Science Vol. 93, N. 3.*
- ROBERTS, F.J. and B.A. CARBON, 1972. *Water Repellence in Sandy Soil of South-western Australia. Fld. Stn. Rec. Div. Journal Soil Science V. 10.*
- SAVAGES, M., J.P. MARTIN and J. LETEY, 1969-a. *Contribution of Humic acid and a Pollysaccharide to Water Repellence in Sand and Soil. Soil Science Soc. Americ. Pro. V. 33.*
- SAVAGE, S.M., J. OSBORN, J. LETEY and C. HEATON, 1972. *Substances Contributing to fire induced Water repellency in soils. Soil Scien. Soc. Amer. Proc. V. 36.*
- SAVAGE, S.M., 1974. *Mechanism of Fire induced Water Repellency in Soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. V. 38.*
- ŞENGÖNÜL, K., 1984. *Marmara Bölgesi - Armutlu Yarımadası - Koşullarında Güç İstanan Toprakların Oluşumu Üzerine Etkili Olan Faktörler. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, N. 363.*
- SCHOLL, D.G., 1971. *Soil Wettability in Utah Juniper Stands. Soil Science Soc. of Amer. Proceedings V. 35, N. 2.*
- VAN'T WOUDT, B.D., 1959. *Particle Coating affecting the Wettability of Soils. J. Geophs. Res. V. 64.*
- WANDER, I.W., 1949. *An Interpretation of the Cause Water Repellent Sandy Soils Found in Citrus Groves of Central Florida. Science 1949 - 110.*