

Kuraklık Fizyolojisi

Kurak Alanların Bitki Örtüsü

- Araştırma sonuçları kurak ekosistemlerin flora ve vejetasyonunun incelenmesi ve izlenmesiyle elde edilen verilerin erozyonla mücedelede kullanımının önemini ortaya koymaktadır.
- Bu konunun genelde daha az incelenmiş olmakla birlikte bazı temel karakteristiklerinin şu şekilde özetlenebilir:

- Genelde ağaç - çalı steplerine serpişmiş ormanlardan oluşur ve kurak stresi artışına paralel olarak ağaç türü sayısı azalırken dikenli kurakçılar gibi kurakçıl otlar artar. Ağaçların çoğu yavaş büyür ve zor rejenere olur.

- Vejetasyon ve primer prodüktivite yağışların dar bölgelere düşmesi ve suyun akış şekillerine göre değişken ve dar alanlara sıkışır.
- Yerel bitkiler birey ve populasyon olarak adapte olmuş, dayanıklı tür ve bireylerdir.
- Çok yıllık ve yerüstü / yeraltı oranı küçük, herbivorlara, yangına ve kurağa dayanıklı olanlar görülür.

- Ağaçlar ve otsuların birarada yer aldığı topluluklardaki su ve besin rekabeti, fidanların gelişmesini toprak suyunun bağıl olarak yüksek olduğu yağışlı dönem ve yıllarla kısıtlar.

- Buğdaygiller ve çift çenekliler arasındaki tamamlayıcılık Buğdaygillerin azot, legümler ve diğer çift çeneklilerin fosfor gereksinimleri nedeniyle topluluk oluşturmalarına izin verir.

- Step vejetasyonunun beslenme zorluğu simbiyozun önemini arttırır. Legümen - Rhizobium ve mikorhiza simbiyozu yanında mavi - yeşil alglerin besin sağlayıcı kaynaklar olarak yararı söz konusudur. Özellikle yangınlardan sonra toprağın azotsuzlaşması nedeniyle mikrobiyal faaliyet önem kazanır.

Diğer önemli bir parametre ise doğal mikorhiza florasının biyoçeşitliliği yüksek olan ekosistemlerde gelişmesi ve ekosistemi otokatalitik olarak geliştirmesidir

- Doğal olarak suyun az oluşu, mekan ve zaman açısından heterojen dağılım göstermesine neden olur.
- Paralel olarak besin elementi alımı da kısıtladığından biyolojik etkinlikler birkaç hafta gibi kısa süreler içinde büyük değişimler gösterir.

ÇÖL ÖZELLİKLERİ ve ÇÖLLEŞME MEKANİZMALARI

- “Desert” terimi Latince kökenli olup ıssız, yalnız gibi anlamlara gelmektedir.
- Genelde “desertifikasyon”, çölleşme terimi toprağın degradasyonu yani aşınma, bozunma, azalma ve kaybını tanımlamaktadır.
- Sıcak, kurak veya çok soğuk iklimle birlikte düşünülmektedir

ÇÖL

- Daha bilimsel olarak da evapotranspirasyonun toplam yağıştan fazla olduğu veya suyun katı halde bulunduğu ve bitkilerce alınamadığı dönemlerin doğal yaşamı zorlayacak derecede uzun olduğu dönemlerin uzun olduğu bölgeleri tanımlamaktadır.
- Yıllık evapotranspirasyonun toplam yağıştan fazla olduğu kurak alanlarda su azlığı ve bu nedenle yüksek sıcaklıklar canlıların yaşamlarını zorlaştırır ve kısıtlar. Bu aşırı kurak (hiperarid), arid (kurak) ve semi-arid (yarı-kurak) alanlar da erozyonun artışına neden olur ve diğer erozyon etkilerine açık hale getirir.

ÇÖL

- Ortalama hava sıcaklığı 30°C dan 40°C a çıkarken kum yüzeyi sic. 35 °C den 85 °C ye çıkıp, geceleri ise daha da hızlı olarak düşer. Havanın bağıl nemi ise tam tersi ilişki gösterir, %40 dan 0 a iner ve tekrar 40°C ye çıkar.
- Kışın bağıl nem ve toprak nemi yoğunlaşma ve donma ile düşer, kuraklık etkisi yapar.

- Nemli bölge ile yarıkurak (semiarid) bölge sınırını yağış ile potansiyel evaporasyon ile yağış dengesinin çizdiği ve evapotranspiranspirasyonun esas alındığı iki tanımlama kullanılabilir.
- Evapotranspirasyon da nem ve sıcaklığa bağlıdır.

- Çölleşmenin tek sorumlusu yağış azlığı değildir; yağış rejimi, yani yıllık dağılımı, sıcaklık ve doğal bitki örtüsü ile toprak ile kaynağı olan anakayanın özellikleri yanında topoğrafya, rüzgarlar ve insan etkileri de çok önemli rol oynar.

JEOLOJİ VE JEOMORFOLOJİ

ANAKAYA JEOLJİSİ

- Çok önemlidir, hem morfolojiyi hem de erozyona dayanıklılığı etkiler.
- Çöl ortamı anakayaç jeolojisi ile yeryüzünde cereyan eden olayların uzun süreli ilişkisi sonucudur ve aynı bölgede farklı koşullara yol açar.

- Erozyona bağıl dayanıklılık oranlarını hem fiziksel ve kimyasal özellikleri hem de topoğrafya ile belirlediği gibi erozyonla doğan yapıların tanecik Őekil ve boyutlarını, çözünlük ve taşınabilirliklerini de belirler.

- Genelde dayanıklı anakayaç kayaları yüksek rakımlarda çölleşmeye neden olur ve kaya yapılarının geometrisi ve dizilişi de çöllerin coğrafi şekillerini belirler.

- Yeryüzünü etkileyen jeolojik olaylar iç ve dış olarak gruplandırılabilir. İç olaylar kırılma ve bükülme gibi etkilerle topoğrafyayı oluştururken rüzgar etkisine açık olma, su drenaj yolları gibi özellikleri de ortaya çıkarır.

- Dayanıklılığın aynı olduğu ortamlarda da iklim koşullarının etki şekli ve derecesi hem yeryüzüdeki etkisi hem de önleyici vejetasyonu sınırlayıcı etkisiyle önem kazanır.
- Jeolojik etki yapabilecek düzeyde yağış olmadığında rüzgar önem kazanır. Yağış hem fiziksel hem de kimyasal etkiler yaratırken rüzgarın etkisi tümüyle fizikseldir. Hava nemi ise kimyasal etki yaratır.

Çöl röllyefi

- Geçişler serttir, bağımsız su birikintileri görülebilir. Çukurdaki birikimler yamaçlar ve sınırlarını belirginleştirir, taban düzlemsele yakındır. Bazen zincirleme vadiler, tepe ve çukur silsileleri de görülür.

SUYUN ETKİLERİ

- Orta kurak bölgelerdeki çorak alanlarda suyun etkileri sürekli olduğundan ağırlığı fazladır ve topoğrafik izler bırakır.
- Özellikle kalker gibi çözünen kayaçları çok etkiler, yüzeydeki çentikli, oyuntulu görünümle kendini belli eder.

YERALTI SUYUNUN ETKİLERİ

- Fiziksel etkileri poröz kayaçlardan gevşek yapıları çekerek uzaklaştırmak suretiyle zayıflatmak ve zamanla seçii olarak bozunuma neden olmaktır. Özellikle ince taneli sedimanlarda kendini gösterir.
- Kimyasal etki çözünür tuzları çekerek çöktürmesidir. Kalkerli tüf veya traverten oluşumuna neden olur. sıcak dönemlerde de yüzeyde bu tuzların birikimi görülür.

KURAK veya YARIKURAK BÖLGE ÖZELLİKLERİ

Nemli bölge ile semiarid- yarıkarak bölgenin sınırı

- Nemli bölge ile semiarid - yarıkarak bölgenin sınırını yağış ile evaporasyon potansiyeli dengesi çizer.
- Doğal olarak bu da havanın Bağıl nemi ve dolayısı ile sıcaklığına bağlıdır. Karasal çöllerde kışın günlerin kısalığı soğuk etkisini arttırır ve hava hareketleri havanın sürekli kuru kalmasına neden olur.
- Yazın ise güneş enerjisi alçak basınca neden olur ve çevreden içe hava akımı yaratır. Çevre dağlık ise nem aşağıda kaldığından dağları aşamaz ve iç kısma kuru hava akımı olur.

- Yaz yağışları düzensiz ve yereldir, çünkü dağları geçebilen nem yeryüzü örtüsünün heterojenitesi ve rakım farklılıkları nedeniyle konveksiyona uğrar.
- Kısa süreli ve yerel fırtınalar olur, özellikle sırtlar, vadiler hava akımı yarattığından bu fırtınaları destekler.
- Yıllık yağış çanakta 12 cm olurken dağların rüzgarlı eteklerinde 100 cm olabilir.

- Sukkulens ile kurağa dayanıklılık kış ı sert yörelerde -1...- 4 °C nin altında mineral beslenmesi ve osmotik basınca bağlı olarak direnci kırdığından karasal steplerde pek geçerli olamaz.

- Kış gecelerinde sıcaklıkları hava drenajı kontrol eder.
- Güneşin batışı ile toprak yüzeyi ve hemen üstündeki hava tabakası çabuk soğur.
- Soğuma ile hava yoğunluğu ve ağırlığı artar ve sırtlardan aşağıya esinti ile süzülür, çukurlarda soğuk birikirken yamaçlarda doğan boşluğu daha sıcak hava doldurur.
- Kuvvetli bir hava akımı ve sıcaklık değişimi modeli doğar

- Doğal olarak çanak - tepe rakım farkları ile eğimler, kuzey ve güneye bakış önemli rol oynar.
- Kış yağışın bol olduğu zaman olduğundan güneye bakan yamaçlardaki daha sıcak koşullar nemin kaçmasına neden olur, kuzey yamaçlarda ise nem tutulur.
- Sonuçta vejetasyon- bitki örtüsü farklılıkları yüksek olur.

- Vejetasyon tipleri yerel topoğrafya ve edafik koşullara göre, örn. Volkanik, granitik anakaya cinsine göre farklılaşabilmektedir.
- Gün ortasındaki ortalamalar ise çanakta 15 derece iken tepelerde 4 derece gibi beklenen farklılıkları gösterir.
- Yazın ise koşul farklılıkları azalır, gecelerin kısalığı hava drenajı etkisini azaltır ve gece sıcaklıkları kritik değerlerden uzaktır.

- Semiarid, orta kurak bölgelerdeki çorak alanlarda toprağın üst yüzeyinin kabuklaşması suyun yüzeyden akışına neden olarak topoğrafik izler bırakır.
- Özellikle kalker gibi çözünür kayaçları çok etkiler, yüzeydeki çentikli görünümle kendini belli eder.

- Fiziksel etkileri poröz kayaçlardan gevşek yapıları çekerek uzaklaştırmak suretiyle zayıflatmak ve zamanla seçici olarak bozunuma neden olmaktır.
- Özellikle ince taneli sedimanter kayaçlarda kendini gösterir. Kimyasal etki çözünür tuzları çekerek çöktürmesidir. Kalkerli tuf veya traverten oluşumuna neden olur. Sıcak dönemlerde de yüzeyde bu tuzların birikimi görülür.

Çölleşme vejetasyon çeşitliliğini azaltır,

- Toprak tekstürü, eğim, kumluluk gibi ekstrem koşullara adapte olabilen cinslerin türlerine indirgenir.
- Drenajı yetersiz alkali düzlüklerde vejetasyon zayıftır ve örneğin çeşitli *Atriplex*, *Astragalus*, *Salvia*, *Thymus* türleri gibi türler görülür.
- Halofitler de yanlarında bulunur. Sert zemin üzerindeki ağır topraklarda en iyi gelişimlerini gösteren çalı türleri özellikle *Atriplex spp.* dir.
- Odunlulardan *Acacia*, *Juniperus*, *Eucalyptus* türleri olabilmektedir. Mimosoidae ağaçlarından *Acacia* türleri örneğin Güney Afrika, Arizona çöllerinde dahi yaşayabilmektedir.

Çölleşme endemik tür artışına neden olur

- Perenniyal/ annual oranı 3/2 gibi yüksek oranlara ulaşır. Genelde çöl türleri sürekli evrimleşme ile ortaya çıkmış ve evrimlerini sürdüren türlerdir.
- Özel edafik ve fizyolojik koşullarda yaşayan, sadece kuru koşullara bağlı olmayan türlerdir. Örn. tuzlu, alkalin, kumul gibi ortamlar için seçicidirler, *Atriplex* bunlardandır alkalin, tuzlu topraklarda susuz ortam yanında toprağın yüksek osmotik basıncına dayanıklı oluşları ile yüksek rekabet gücü elde ederler.
- Bazı türler çölleşme koşullarındaki mikrohabitat koşullarına alttürleri sayesinde uyum sağlamışlardır. İklim koşulları soğuk ve nemli kış koşulları ile de rekabet tablosunu etkiler.

- Diğer bir faktör de vejetasyon sıklığı ile kendini gösteren rekabettir, yağış rejimine göre vejetasyon seyrelerek toplam terleme sabit tutmaktadır. Birçok sukkulent türün ekstraktlarının antibiyotik aktivitesi görölmüştür.

Yer altı Suyu

- Kurak alanlarda yeraltı suyunun derinliği bitki örtüsü üzerinde etkilidir, örneğin çöllerde tabansuyu 100m. kadar derinde olabilir ve yüzeye eriştiğinde de çok tuzlu olabilir.
- Yeraltı sularının hareketliliği ısı, yüzey gerilimi, elektriksel alan, basınç, yerçekimi ve su kimyası gibi birçok etmenin bileşkesi olup, taban suyu üzerinde, su ile havanın beraber bulunduğu derinliklerde yüzey gerilimi ile kılcallık yer çekimini yendiğinde su yüzeye çıkar.
- Çöllerde toprak nemi sıcaklık değişiminin etkisi ile hareket eder. Yağıştan sonra ısınan yüzey tabakası nemi yukarı çeker ve yüzey altında depolanmasına neden olur. özellikle kil ve siltlerde kimyasal osmoz etkili olur.

- Çok heterojen bir dağılım gösteren toprağın kapilaritesi önemli rol oynar.
- Kapilariteye bağlı olarak taban suyu evapotranspirasyon etkisi ile daha kısa veya uzun sürede yeryüzüne ulaşır.
- Tipik olarak düzlükleri çevreleyen yamaç ve dağlardan düzlüğe süzülen ve yer altında toplanan su bu yoldan evapotranspirasyonla atmosfere geçer.
- Büyük düzlüklerde veya 20-40mm.lik yağışlarda ise yeryüzüne yakın kısımdan yukarı çıkararak kısa sürede evapotranspirasyona uğrar.

- Karbonatlı veya volkanik kayalar üzerindeki bölgelerde bu kayaçların yüksek permeabilitesi nedeniyle taban suyu hareketliliği yüksek olabilir ve yağışlı mevsimlerde vejetasyon hareketlenir.
- Kökleri yüzeye yakın, yatay dağılan, yüzeyde kalan suyu kullanan kserofitler ile taban suyundan yararlanan freatofitleri birbirinden ayırmak gerekir.

- Fretofitler tabansuyuna doymuş olan taban derinliği, evapotranspirasyonla kaybedilen oranı ve suyun kalitesi hakkında fikir verirler.
- Genellikle otsu freatofitler tabansuyu derinliğinin 3m.yi, alımsı olanlar ise 10m.yi aşmadığı ortamlarda gelişirler. Ağaçlar için bu derinlik 30m.yi bulabilir. Su derinliği yanında tuzluluğu, bitki türü, toprak ve anakaya özellikleri de önemli rol oynar.

- Bazı türler su kalitesi indikatörüdür, örneğin tuzlusu yabancı otu (pickleweed -*Allenrolfea occidentalis*) taban suyunun tuza doymuş olduğu yerlerde yaşar.

- Kavak ve sgt içilir kalitede tabansuyu indikatörüdür, hurma su seçmez, vs. Fretofitlerin su tüketimi iklim, tür ve bireyin sağlık durumu, bitki yoğunluğu ve su derinliği ile kalitesine bağlı olarak değişir.
- Örneğin kavak kurak ve sıcak ortamda yılda 2000-3000mm su tüketirse iyi büyüyebilir.

- Genelde akasya, kavak, sgt gibi hızlı büyüyen ağağların ve fretofitlerin su tüketimi yüksektir, 1 ha. alanda yoğun yetiştirme için yılda 2000m³ su gibi bir tüketim gerekir. Optimum koşullarda nemli topraktan evaporasyon doğrudan su yüzeyinden olana eşittir ve sıcak çöllerde yılda 250-320cm civarındadır. Ancak suyun tuzluluğu ile bu hız azalır.

- Genelde kurak alanlarda ve özellikle çöllerde taban suları daha tuzludur, çünkü evapotranspirasyon/yağış oranı yüksektir, yağışlar şiddetli olduğundan yukarıda toplanan tuzu tabana indirir.
- Freatrofik ve otsu bahar vejetasyonun tahribi, permeabilitenin iyi olmadığı topraklarda sulama ile tuzlanma, sanayileşme veya sulama ile tabansuyunun kurutulması insan eliyle erozyon ve çölleşmeye neden olur.

Arid Zon Hidrojeolojisi:

- öllerde tabansuyu 100m. kadar derinde olabilir ve yüzeye eriştiğinde de çok tuzlu olabilir.
- Optimum koşullarda nemli topraktan evaporasyon doğrudan su yüzeyinden olana eşittir ve sıcak çöllerde yılda 250-320cm civarındadır. Ancak suyun tuzluluğu ile bu hız azalır. Derinlerden gelen suyun evaporasyonla kaybı kapilarite tüm profile maks. düzeyde olamadığından genelde düşüktür, Fakat gene de taban suyu derinliğinin 5 m veya daha az olduğu geniş alanlarda önemli bir yer tutar.

Su Kalitesi

- Bekleneceği üzere çöl taban suları çok farklılıklar göstermekte ise de genelde daha tuzludur, çünkü evapotr./yağış oranı yüksektir, yağışlar şiddetli olduğundan yukarıda toplanan tuzu tabana indirir ve sonraki kurak ve sıcak dönemlerde tuz buharlaşan suda çözünerek suyla yeryüzüne taşınır. Legümlerin çoğu tuza çok duyarlıdır. Buna karşılık bazı akasya türleri deniz suyu ile sulanabilir dirençtedir. Bazı söğüt türleri de aynı özelliktedir.
- Genellikle yeraltı sularında Na, Ca, Mg, HCO, Cl, SO₄, H₄SiO₄ ve daha az oranlarda da K, CO₃, Fe²⁺ ve F bulunur. Redükleyii koşullar ve düşük pH'ta Fe⁺⁺ dominant olabilir. Genel derişimler arttığında Mg(OH)⁺, CaSO₄ ve MgCO₃ önem kazanır.

İnsan ve Hayvanların Etkileri

- Freatrofik ve otsu bahar vejetasyonun tahribi, permeabilitenin iyi olmadığı topraklarda sulama ile tuzlanma, sanayileşme ile tabansuyunun kurutulması sık görülen erozyon ve çölleşme etkenleridir.
-

- Çöl kuşlarının özellikle engebili alanlarda biriken sulardan yararlanarak ve üreme mevsimlerini nekadar seyrek ve düzensiz de olsa yağışlara denk getirerek soylarını sürdürebilen hayvan türleri tozlaşma için önemlidir, restorasyonda tüm bu olanakların değerlendirilmesi gerekmektedir.