ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/303552882

MAÇKA YÖRESİ ORMAN EKOSİSTEMLERİNİN SU ARITIM POTANSİYELİ

Conference Paper · October 2015

CITATIONS
0

READS
14

4 authors, including:



Ugur Kezik
Karadeniz Technical University
26 PUBLICATIONS **4** CITATIONS
SEE PROFILE



Emre Babur
Karadeniz Technical University
9 PUBLICATIONS **0** CITATIONS
SEE PROFILE

All in-text references underlined in blue are linked to publications on ResearchGate, letting you access and read them immediately.

Available from: Ugur Kezik
Retrieved on: 21 November 2016

Sonuç: Katılımcıların içme suyu olarak şebeke suyu kullanım oranıçok düşük saptanmıştır. Gelir düzeyi düşük olanlarda şebeke suyu kullanımı daha yüksektir ve şebeke suyu kullanımında ekonomik nedenler ön plana çıkmaktadır. Şebeke suyu kalitesi katılımcıların görüşüne göre kalitesinin iyiliği bakımından son sırada gelmektedir. İnsanların en temel ihtiyaç ve hakkı olan yeterli, temiz, uygun ve ulaşılabilir suyun sağlanması için ilgili su politikaların oluşturulması; merkezi ve yerel tüm paydaşlarca uygulanması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: içme suyu,kullanma suyu,tercih

S - 55 **DİĞER KONULAR**

MAÇKA YÖRESİ ORMAN EKOSİSTEMLERİNİN SU ARITIM POTANSİYELİ

Lokman Altun, Uğur Kezik, Ömer Kara, Emre Babur

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Trabzon

kezik@ktu.edu.tr

Giriş-Amaç: Dünyadaki hızlı nüfus artışının çok üzerinde gelişen su talebinin karşılanabilmesi için yağışlı dönemlerde suyun depolanarak düzenli ve sürekli bir şekilde canlılığın yararına sunulması büyük önem arz etmektedir (Eroğlu, 2006). Bu bağlamda, en önemli karasal biyomu oluşturan orman ekosistemleri, yağışlarla gelen suyu filtre ederek düzenli ve sürekli olarak taban suyunu beslemesinde önemli roller üstlenmektedir. Dünya yüzeyinin 2/3'ü sularla kaplıdır (Chang, 2003) ve bu suyun %97'si tuzlu su, %3'i ise tatlı su kaynağını oluşturmaktadır. Tatlı su kaynağının da %70'inin buzullardan oluştuğu düşünülürse, karasal yaşamın devamı için kullanılabilecek tatlı su miktarı, toplam su miktarının %1'inden bile azdır (McMichael,2014). Kıt olan tatlı su kaynaklarının korunarak kalite ve kantitesinin arttırılması canlılığın devamı açısından hayati bir önem taşımaktadır. Suyun kalitesi söz konusu olduğunda ise fazla suyun toprağa ulaşıp toprak altında süzülerek yüzey altı veya taban suyu akışı olarak toplanması istenmektedir.

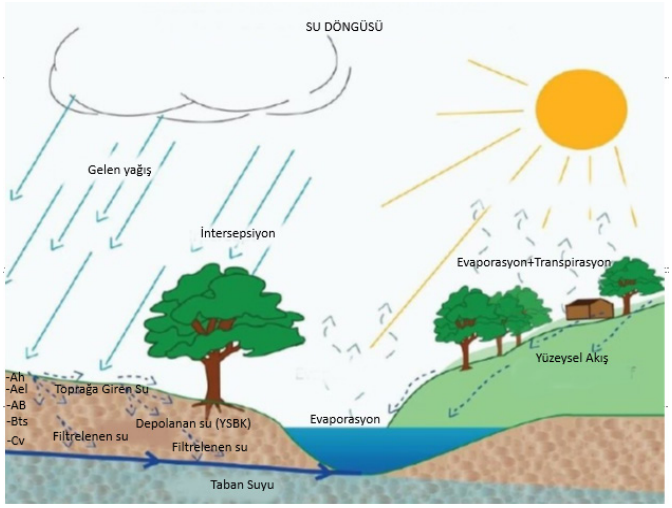
Karasal ekosistemin önemli bir kısmını oluşturan ormanlar (FAO, 2015), bitkisel biyokütlenin de büyük bir kısmını teşkil etmektedir (Hougton, 2005). Orman ekosistemleri çok karmaşık fonksiyonel bir yapıya sahiptir ve ürettiği çok yönlü ürün ve hizmetler ile yeryüzündeki canlılığın devamlılığına önemli katkılar sağlamaktadır. Orman ekosistemleri, endüstrinin odun hammaddesi ihtiyacını karşılamasının yanında yerel ve küresel düzeyde iklim koşullarını etkileyip düzenleyen, hidrolojik döngüye katkı sağlayan, havanın temizlenmesine ve su üretimine katkı sağlayan, toprak ve su rejimini düzenleyen ekolojik, ekonomik ve sosyal fonksiyonlara sahip açık sistemler olarak bilinmektedir (Kezik ve Kocaçınar, 2015). Ormanların su ile ilgili kısmı hidrolojk fonksiyonlar içerisine dâhil olmaktadır. Ormanların hidrolojik fonksiyonu arasında su rejimini düzenlemekle birlikte yıl boyunca filtrelemek suretiyle sürekli ve kaliteli su üretimine katkı sağlamak yer almaktadır. Tüm bunların yanı sıra, orman ekosistemlerinin sahip olduğu hidrolojik fonksiyon aslında, modern çağımızın kent ekosistemini dolaylı olarak etkileyen en önemli parametrelerin başında gelmektedir.

ABD' deki temiz suyun yaklaşık 2/3'ünü, yağışlardan sonra orman topraklarının filtre ettiği derelere ulaşan sular oluşturmaktadır. Ormanlar, derelere, göllere ve taban suyuna birçok yolla karışacak olan atıkların engellenmesine de yardımcı olur. Bunun yanı sıra ağaçlar ve diğer bitkilerin kök sistemleri, toprakların gözenek sistemlerini koruyarak taban suyuna girmeden önce suyun toprağın birçok katmanında filtre olmasını sağlar. Bu süreçte, toksinler, ağır metaller ve sedimentler sudan arınabilir. Orman örtüsündeki yaprak, dal ve kozalak gibi bitki atıkları da önemli roller üstlenmektedir. Örneğin, denitrifikasyon yolu ile nemli orman topraklarındaki bakteriler, nitratları bir besin elementine dönüştürürler ve bu aşamada azot gazını havaya verirler ki bu sayede dere akımında çoğalacak olan zararlı alg popülasyonunun da önüne geçilmiş olunur (Barten vd., 2004; Ernst, 2004; Smail ve Lewis, 2009; Sprague vd., 2006).

Bunun yanı sıra ormanlar kentlerdeki halk sağlığını da dolaylı olarak etkilemektedir. Kentlerde endüstri alanının gelişmesi ve nüfusun hızlı bir şekilde artması atık problemini de beraberinde getirmiştir. 1970 yılında ABD'de günlük yaklaşık 113 milyar litre lağım suyunun nehirlere gittiği araştırmalarla ortaya konmuştur. 2000 yıllarına gelindiğinde bu ülkenin nüfusunun artmasına paralel olarak atık yükünün de artacağı doğrulukla tahmin edilebilir (Nutter, 1970).Penysilvanya Üniversitesi'nin çalışmalarına göre, yaşayan filtre sistemleri olarak ağaçlar, şehirlerde atık su kazanımının en iyi işlemcileri olarak tanımlanmıştır. Buna göre 100.000 nüfuslu bir şehrin günlük atık su miktarının 4,5 milyon litre olduğu düşünüldüğünde, bu atık suyun yaşayan filtre sistemi tarafından filtrelenmesi için 552 hektarlık bir orman alanın gerekli olduğu ortaya konmuştur (Grey ve Deneke, 1986).

Ormanların su arıtım faydaları ekonomik açıdan değerlidir. Amerikan Su İşleri Derneği ve Kamu Arazisi Güvenliği tarafından yürütülen çalışmalar sonucunda, ilgili havzadaki orman örtüsü miktarının artması ile içme suyu arıtma maliyetlerinin azaldığı sonucuna ulaşılmıştır; ormanlık alanların su arıtım maliyetine katkısının %50-55 olduğunu bildirmektedirler (Web, 1).

Ormanüstü Araştırma Ormanında yapılan bu çalışmada, orman ekosisteminin bir kısmında, yıllık yağış miktarı, intersepsiyon, yüzeysel akış ve toprakta depolanan su miktarları (Şekil 1) kullanılarak topraklar tarafından filtrelenen dere akımını besleyen su miktarları belirlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 1. Orman ekosistemlerinde su döngüsü

2. Gereç-yöntem

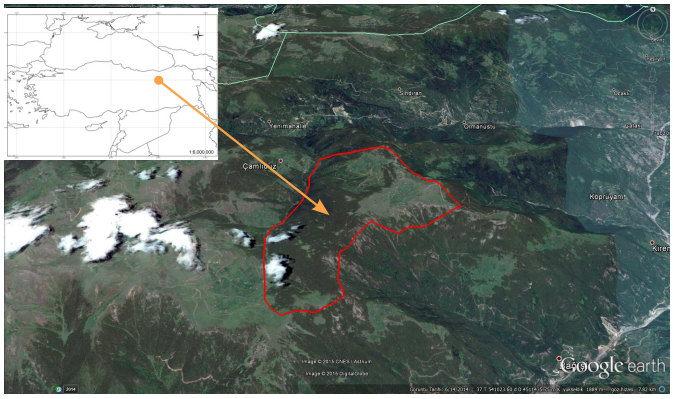
2.1. Gereç

Araştırma alanı, Doğu kayını (*Fagus orientalis*), Doğu ladini (*Picea orientalis*) ve Doğu karadeniz göknarından (*Abies nordmanniana subsp. nordmaniana*) oluşan ormanlık alan ile bitişiğindeki açıklık alanda (çayırlık) yer almaktadır (Şekil 2). Araştırmaya konu alan, idari yönden Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletme sınırları içerisindeki Çamlıdüz ve Paparza dereleri havzasında bulunmaktadır. Araştırma, Çatak Bölgesi Ormanüstü Serisinin toplam 645 ha'lık (Orman=479 ha, Açıklık=166 ha) bölümünde gerçekleştirilmiştir.

Çatak Bölgesi Ormanüstü Serisi Trabzon iline 53 km, Maçka'ya 28 km uzaklıkta ve göre 40o47' 00'' - 40o44'30'' kuzey enlemleri ile 39º28' 41' 30'' - 39º30' 00'' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Denizden ortalama yüksekliği 1859 m olan çalışma alanı yüksek dağlık arazi özelliği taşımakta, dik ve sarp eğimlidir. Eğim genel olarak %32-70 arasındadır. Alan genel olarak batı bakılıdır. Son 30 yıla ait iklim verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 6.36 ºC ve yıllık ortalama yağış miktarı 1042 mm'dir (Tablo 1). Bitkilerin büyüme dönemindeki (Haziran-Eylül) yağış toplam yağışın %40.6' sını (424 mm) oluşturmaktadır.

Tablo 1. Araştırma sahasına ait sıcaklık ve yağış değerleri (Yükselti = 1750)

İklim Elemanları	Aylar												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık (C0)	-1,3	0	1,3	5,9	8,9	11,3	13	13,1	10,9	7,5	4	0,7	6,36
Yağış (mm)	50,26	50,26	54,90	114,89	140,32	146,14	102,23	101,11	74,49	89,55	60,62	57,20	1042



Şekil 2. Çatak Bölgesi Ormanüstü Serisindeki Çalışma Alanı

Bu çalışmanın ham verileri 1994-1995 yılları arasında alınmıştır. Araştırma alanında hâkim ağaç örtüsü kayın, ladin ve göknar orman ağaçlarıdır (Şekil 3 ve 4). Orman ağaçlarının bulunmadığı açıklık alanlar ise yöreye ait çayır ve mera bitkileri ile kaplıdır.



Şekil 3 ve 4. Çalışma alanına ait görüntüler

2.2. Yöntem

2.2.1. Arazi Çalışmaları

Toprak örneklerinin alınması: Çatak Bölgesi Ormanüstü Serisinde sistematik ve homojen olarak dağıtılmış 115 adet toprak çukurundan 345 adet toprak örneği alınmıştır. Alınan 115 noktanın 82 'si ormanlık alanda 33 tanesi de açıklık (çayırlık) alanda yer almaktadır.

Toprak örnekleri 120 cm derinliğe kadar açılan toprak çukurunda belirlenen horizonlara göre alınmıştır (Kantarcı, 1972). Genel olarak araştırma alanında Ah, Ael, Bts ve Cv horizonları tespit edilmiştir. Her horizondan bozulmuş (torba) ve bozulmamış (hacim silindiri) toprak örnekleri alınarak fiziksel, mekanik ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir.

2.2.2. Laboratuvar Çalışmaları

Bazı Toprak Özellikleri Belirlenmesi: Toprak türü tayini Bouyoucos hidrometresi ile (Gülçür, 1974), organik karbon Walkley-Black ıslak yakma metodu (Gülçur, 1974; Kantarcı, 1979) ile, toprak taşlılığı alınan hacim örnekleri hava kurusu haline getirildikten sonra usulüne uygun olarak havanda öğütülmüş ve ince kısım (<2 mm) ile taş kısmı (>2 mm)ayrılarak tartılmıştır. Daha sonra ayrılan taş kısmı tüm hacme oranlanarak yüzde (%) hacim değerleri bulunmuştur. Topraklarda aktüel asitlik (pH) ise 1/2.5 oranında saf su kullanılarak belirlenmiştir. Toprağın yararlanılabilir su biriktirme kapasitesi ise organik madde miktarı, toprak türü, taş içeriği ve toprak derinliği ile yakından ilgilidir. Çalışmamızda yararlanılabilir su kapasitesinin hesaplanmasında Kantarcı (1980)ve Çepel 'in(1993) belirtmiş olduğu esaslar ölçüt olarak alınmış ve hesaplamalar buna göre yapılmıştır.

Toprağın su bütçesi ile ilgili hesaplamalar: Hidrolojik hesaplamalar yapılırken toprak profillerinin solum kısmı (B horizonunun sonu) kullanılmış ve toprağın yararlanılabilir su biriktirme kapasitesi (YSBK) belirlenmiştir. YSBK hesaplanırken genel olarak toprağın solum kısmı 100 cm olarak baz alınmıştır. Örnekleme yapılan toprak profillerindeki solum derinliği 100 cm alınmıştır. Solum derinliği 100cm'den küçük veya büyük olduğu durumlarda ise hesaplanan YSBK değerleri 100 cm'ye enterpole edilmiştir.

Ormanlık ve açıklık (çayırlık) ekosistemlerde, birim alana gelen toplam gelen yıllık yağışın belirli bir kısmı topraklardan filtre olarak sızıntı suyu halinde taban suyunu besleyerek dere akımına ve buradan da en yakın baraj gölüne ulaşmaktadır.

Orman ve açıklık (çayırlık) alanlarda taban suyuna ulaşan su miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır. Araştırma alanında toplam yıllık yağış 1042 mm olarak alınmıştır (Altun, 1995).

X= Y-(Z+T+Q)

X=Topraklardan süzülerek taban suyunu besleyen yıllık su miktarı (mm)

Y= Toplam yıllık yağış (1042 mm/m^2)

Z=Yıllık toplam intersepsiyon miktarı (Karışık orman= %28, açık çayırlık alan =%17) (Çepel, 1986)

T= Yüzeysel akış miktarı (Karışık orman= %18, açık çayırlık alan =%36) (Çepel, 1986)

Q=Toprakta 1/3-15 atmosfer basınç altında 1 metre derinlikteki YSBK (Altun, 1995).

Orman ekosistemlerinde, su bütçesi kapsamında evaporasyonla ve transpirasyonla su kaybı gerçekleşmektedir (Özhan, 2004). Ancak bu kayıplar depo edilen toprak suyundan (Denklemdeki Q değeri içinden) karşılandığı için (Çepel, 1995) transpirasyonla ve evaporasyonla kayıp değeri yukarıdaki eşitlikte yer almamıştır.

Verilerin Değerlendirilmesi: Çatak Bölgesi Ormanüstü Serisinde sistematik olarak atılan 115 adet deneme alanından alınan 345 adet toprak numunesinde yapılan bazı toprak özelliklerine ait veriler SPSS ve Microsoft Office paket programları kullanılarak değerlendirilmiştir. Ortalamaların karşılaştırılmasında %95 güven düzeyinde "One Way Anova" kullanılmıştır.

3. Bulgular

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin laboratuvar analizi sonucunda ormanlık alanların toprakları genel olarak kaba tekstürlü olup kumlu balçık toprak türündedir. Toprak reaksiyonu (pH H_{2O}) ormanlık ve açıklık alanda hafif asit sınıfta yer almaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, ormanlık alandaki toprak özellikleri açıklık alan ile benzer özellikler göstermekle birlikte kil oranı, organik madde miktarı ve YSBK ölçümleri orman topraklarında daha yüksek bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Araştırma alanına ait detaylı toprak özellikleri

Toprak Özellikleri	Ormanlık Alan	Açıklık Alan (Çayırlık)
Kum (%)	69.33±10.85a*	67.88±6.49 a
Toz (%)	10.21±5.68a	19.57±5.95b
Kil (%)	20.19±8.23a	12.45±4.54b
İskelet Kısmı (gr/lt)	260.69±151.9a	241.82±134.50a
İnce Kısım (gr/lt)	620.87±180.85a	753.11±161.97b
pH (H20)	5.76±0.35a	5.84±0.30a
Organik madde (%)	11.46±4.11a	10.13±2.84b
YSBK (m^3) (100 cm derinlik)	3751.2±41.31a	2986.1±49.23b

*Farklı harfler istatistiki olarak p<0,05 düzeyinde anlamlı farklılıkları göstermektedir. Satırlardaki değerler ortalama standart sapmayı ifade etmektedir.

Orman ve açıklık alanlardan alınan topraklara ait bazı özelliklere göre birim alanda (m^2) 1 metre derinlikte yarayışlı su biriktirme kapasiteleri (YSBK) hesaplanmıştır (Tablo 3). Daha sonra metotta belirtilen ilgili katsayılar ve denklemler kullanılarak birim alanda (ha/yıl) filtrelenen su miktarları elde edilmiştir. Buna göre Ormanlık alandan 3751,2 m^3 filtrelenmiş su dere akımı ve taban suyuna katkı sağlar iken açık alanda bu değer 2986,1 m^3 olmuştur.

Tablo 3. 1 m^3 Toprakta Depolanan Yarayışlı Su Biriktirme Kapasiteleri (YSBK)

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma
Ormanlık alan	82	46.05	316.80	188.5038	41.31195
Valid N (listwise)	82				
Açıklık alan (çayırlık)	33	92.38	396.96	191.1255	49.22858
Valid N (listwise)	33				

Sonuç-öneriler

Çağımızın en önemli çevre sorunlarından birisi iklim değişikliği diğeri su kıtlığıdır (Costanza ve Jorgensen, 2002). Bu sorunları doğrudan etkileyen orman eko-

sistemlerinin yapı ve fonksiyonlarının tekrar değerlendirilerek bu ekosistemlerin üstlenmiş olduğu rollerin farkındalığının oluşturulması gerekmektedir.

Orman ekosistemleri ile su bütçesi arasında çok karmaşık ilişki ve etkileşimlerin varlığı söz konusudur. Orman ekosistemlerini oluşturan ekolojik faktörlerden toprak ve iklim parametreleri bu ilişkileri düzenleyen temel etmenler arasında yer almaktadır (Kantarcı, 2003).

Orman ekosistemleri toprak ve bitki örtüsü ile birlikte ekolojik, ekonomik ve sosyal fonksiyonlara sahip sistemlerdir(Blanco ve Lo, 2012). Bu eşsiz ekosistemler, bir yandan yukarı havzalarda kentin su ihtiyacı için oluşturulan baraj göllerine temiz ve kaliteli su sağlar iken (Gülcü vd, 2008) diğer yandan da kentin atık su arıtımında filtre görevi görmektedir (Grey ve Deneke, 1986). Bu hidrolojik görev ormanların ekolojik fonksiyonu içerisinde yer almaktadır.

Bir su toplama havzasındaki suyun kalitesi ve miktarı üzerine havzanın arazi kullanım durumu (orman, tarım, mera, yerleşim yerler vb.), bitki formasyonları (ibreli veya yapraklı ağaç türleri, çayır, çalı), iklimi, jeolojisi, topoğrafyası, fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özellikleri vb. etkilidir. Arazi kullanım biçimleri ve dereler üzerine yapılan çeşitli tesislerin su kalitesi ve miktarı üzerine etkileri bakımından önemli ilişkiler bulunmaktadır (Koralay vd., 2015).Orman ekosistemleri, yağışla gelen suyun toprak yüzeyinde daha fazla tutulmasını sağlayarak suyun yüzeysel akışa geçmeden ve erozyona neden olmadan suyu bir filtre gibi süzerek kaliteli suyun yeraltına ulaşmasını sağlamaktadır.

Maçka Ormanüstü Araştırma ormanında yapılan bu çalışmada, orman ve açıklık (çayırlık) alanlardaki topraklar tarafından filtre edilen ve dere akımına geçerek taban suyunu besleyen ve buradan da kentin su kullanım göletlerine gelen suyun birim alandaki miktarı hesaplanmıştır. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde Ormanlık alandan 3751,2 m^3/ha/yıl filtrelenmiş su dere akımı ve taban suyuna katkı sağlar iken açık alanda bu değer 2986,1 m^3/ha/yıl olmuştur. Benzer çalışmalarda içme suyu havzalarında orman alanlarının artışı kaliteli su üretimini olumlu etkilediği bulunmuştur. Orman alanlarının %10'dan %60'a çıkması durumunda içme suyunun fiziksel ve kimyasal arıtma maliyetlerinin 2/3 oranında azaldığı belirtilmektedir (Ernst vd., 2004).

Çalışma sonuçları, orman topraklarından filtre edilen su miktarının açıklık alanlara göre fazla olduğunu göstermektedir. Bu durum orman topraklarının organik madde içeriğinin yüksek olması ve yüzeysel akış katsayısının düşük olması ile ilgili olabilir. Özellikle orman örtüsünün toprak yüzeyinde biriktirdiği ölü örtü en şiddetli yağmurları dahi toprağa tehlikesiz bir şekilde düşey olarak geçirebilmekte ve derelere ulaştırmaktadır. Ölü örtü en şiddetli yağışları kolaylıkla geçirebilecek permeabilite kapasitesine sahiptir. Örneğin çürüntülü mul veya mor tipi humus içeren bir iğne yapraklı orman ölü örtü tabakası 150mm/saat şiddetindeki yağışı kolaylıkla süzerek toprağa geçirmektedir (Özhan 2004).

Orman topraklarında organik madde içeriğinin yüksek olması kaliteli su üretiminde etkili diğer bir faktördür. Organik madde, toprağın strüktürünü iyileştirmekte ve böylece su tutma, infiltrasyon ve permeabilite kapasitesini artırmakta ve yüzeysel akışı azaltmaktadır. Bitki örtüsü sıklık, kapalılık, boy ve diğer morfolojik özeliklerine bağlı olarak yüzeysel akışın önünde mekanik bir engel oluşturmaktadır.

Çevre kirliliğinin toprak ortamına ve dolayısıyla taban sularına kadar yaygınlaşması, toprağın doğal bir süzgeç olarak fonksiyonunun incelenme ve araştırılmasını güncel hale getirmiştir (Çepel, 1985). Orman ekosistemleri, toprak ve ölü örtü özellikleri, kök yapısı ve toprak üstü kısmı ile yağış-akış ilişkilerini olumlu yönde etkilemektedir. Bu nedenle, orman topraklarının çeşitli sebeplerle (gübreleme, herbisitler, kentsel atıklar vb.) kirlenmiş suların temizlenmesinde doğal süzgeç fonksiyonunun diğer arazi kullanım biçimlerine (tarım, mera) göre daha yüksek olduğu söylenebilir.

Yapılan çalışmalarda ormanlık alanların yerel yönetimlerin su arıtım maliyetlerini neredeyse %50 düşürdüğü bildirilmektedir (Web, 1). Trabzon ilinde suyun arıtım maliyeti yaklaşık 2 Türk lirası olarak alındığında, ormanlık alanların 1 hektarının yılda yaklaşık 7.502 Türk Lirası arıtım maliyetine katkı sağlayabilecek potansiyele sahip olduğu hesaplanmıştır. Bu değeri, çalışma yaptığımız toplam 645 hektarlık alanın 479 ha'lık ormanlık alanı için tekrar hesapladığımızda, çalışma yapılan Ormanüstü araştırma alanı, yılda 3.593.458″ (7.502x479) arıtım maliyetine katkı sağlayabilmektedir.

Sonuç olarak, orman ekosistemleri, su kaynaklarını nicelik ve niteliksel olarak olumlu yönde etkilemektedir. Bu yolla da civarda yaşayan halk sağlığını da dolaylı olarak etkileyip ve yaşam ekosistemimizde kritik bir rol oynamasının yanında yerel yönetimin önemli giderini oluşturan yıllık arıtım maliyetlerine de bölgedeki ormanların önemli katkılar sağlayabilecek potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak Suyu, Su Üretim Fonksiyonu, Orman ekosistemleri, Hidrolojik Döngü

Kaynaklar

Altun, 1995. Maçka (Trabzon) Orman İşletmesi Ormanüstü Serisinde Orman Yetişme Ortamı Birimlerinin Ayrılması ve Haritalanması Üzerine Araştırmalar. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 176s (Yayınlanmamış).

Barten, Paul K. and Ernst, Caryn E. Land Conservation and Watershed Management for Source Protection. Journal AWWA: April 2004. 96:4.

Blanco, J.A.,Lo, Y.H., 2012. Forest Ecosystems- More Than Just Trees.Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia ISBN 978-953-51-0202-1.

Chang, M. 2003. Forest Hydrology : An Introduction To Water And Forests, 373s.

Costanza, R., Jorgensen, S.E., 2002. Understanding and Solving Envionmental Problems in the 21st Century. Elsevier, first edition. ISBN: 0-08-044111-4.

Çepel, N., 1986. Barajların Yukarı Yağış Havzaları İçin Arazi Kullanım Planlanmasının Ekolojik Esasları. İ.Ü. Orman Fak. Dergisi. B, 36:2.

Çepel, N., 1993. Toprak-Su Bitki İlişkileri. İ.Ü. Yayınları Yay. No: 3794, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları Yay. No:5, İstanbul.

Çepel, N., 1985. Toprak Fiziği. İ.Ü. Yayın No. 3313, Orman Fakültesi Yayın No:374, 281s, İstanbul.

Eroğlu, V.,2006. İklim Değişikliği ile Mücadelede Yenilenebilir Enerji Olarak Hidroelektrik Enerji Üretiminin Arttırılması ve Diğer DSİ Faaliyetleri. Teknik rapor.

Ernst, C. 2004. Protecting the Source; Land Conservation and the Future of America's Drinking Water. Published by the Trust for Public Land and American Water Works Association. Water Protection Series. 2004. P. 7.

FAO, 2015 http://www.fao.org/forestry/en/.

Gülcü, S., Çelik, S. ve Serin, N. 2008. Su Kaynakları Çevresinde Uygulanan Ormancılık Faaliyetlerinin Su Üretimi ve Kalitesine Etkileri, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 61-69.

Gülçür, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları. İ.Ü. Yayınları Yay No: 1970, Orman Fak. Yay. No: 201. Kurtuluş Matbaası, İstanbul.

Grey, W. Gene – Deneke, J. Frederic, 1986. '' Urban Forestry ''. John Mille and Sons, New York: Wİley c1986. ISNB 0-89464-704-0.

Houghton, R.A. 2005. Aboveground Forest Biomass and the Global Carbon Global Change Biology. 11: 945-958.

Kantarcı, M.D., 1979. Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Alanındaki Uludağ göknarı Ormanlarındaki Yükselti-İklim Kuşaklarına Göre Bazı Ölü Örtü ve Toprak Özelliklerinin Analitik Olarak Araştırılması. İ.Ü. Yayınları Yay. No: 2634, Orman Fak. Yay. No:274, İstanbul.

Kantarcı, M.D., 1980. Belgrad Ormanı Toprak Tipleri ve Orman Yetişme Ortamı Birimlerinin Haritalanması Esasları Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Yayın No: 2636. Orman Fak. Yay. No:275, İstanbul.

Kantarcı, M.D. 2003. Toprak İlmi Ders Kitabı. İ.Ü. Orman Fakültesi, 80895 Bahçeköy, İstanbul.

Kezik, U., Kocaçınar, F., 2015. Eco-Physiological Functioning of Oak Coppice in Southeast Terrestrial Ecosystems in Turkey. Ecology and Evoluationary Biology Syposium 2015 Turkey. Poster presentation number: 33. Middle East Technical University, Ankara.

Koralay, N., Kezik, U., Kara, Ö., 2015. Ormanlardaki Üretim Faaliyetlerinin Su Kalitesi ve Sucul Ekosisteme Olası Etkileri. Üretim İşlerinde Hassas Ormancılık Sempozyumu, Haziran 2015. Çankırı-Ilgaz.

Nutter, Wade L., 1970. ''The Role of Trees in Neutralizing Wastes: A Discusssion of Land Disposal Systems for Sewage Effluent and Other Waste waters,'' in the Role of Trees in the South Urban Environment, A symposium Proceedings, University of Georgia, pp. 20-30.

Smail, Robert A. And Lewis, David J. Forest Land Conversion, Ecosystem Services, and Economic Issues for Policy: A Review. PNW-GTR-797. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 2009.

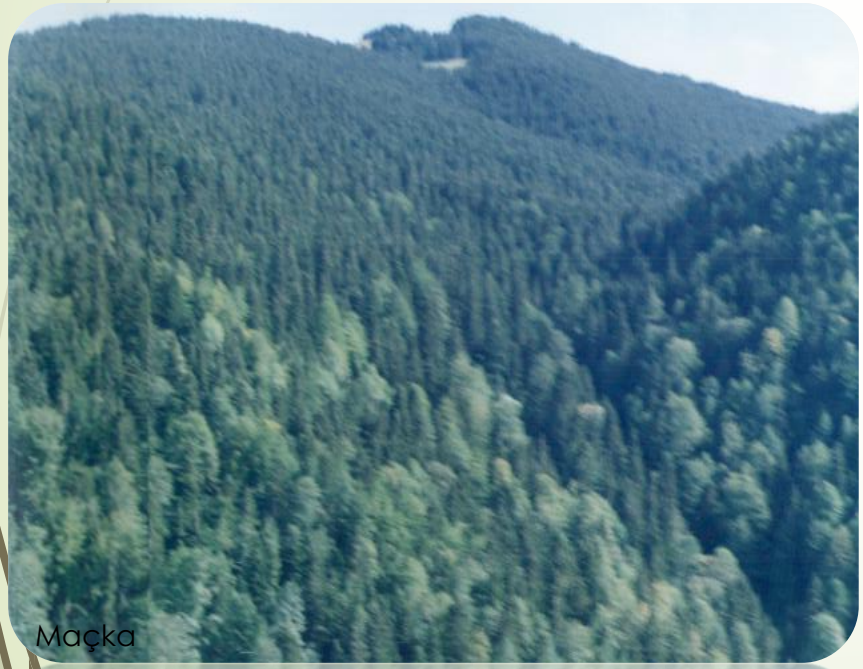
Sprague, E. et al.,eds. 2006. The State of Chesapeake Forests. Arlington, VA: The Conservation Fund.

Özhan, S. 2004. Havza Amenajmanı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 481, İstanbul, 384.

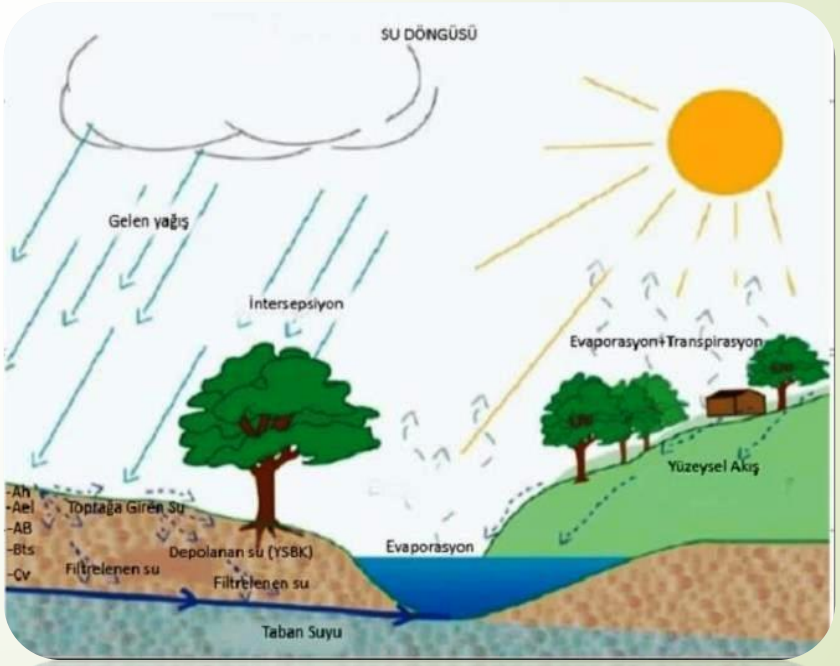
Web 1 http://www.seesouthernforests.org/case-studies/role-forests-water-purification.

MAÇKA YÖRESİ ORMAN EKOSİSTEMLERİNİN SU ARITIM POTANSİYELİ

Lokman ALTUN[1], Uğur KEZİK[1], Ömer KARA[1], Emre BABUR[1]
[1]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Trabzon
kezik@ktu.edu.tr

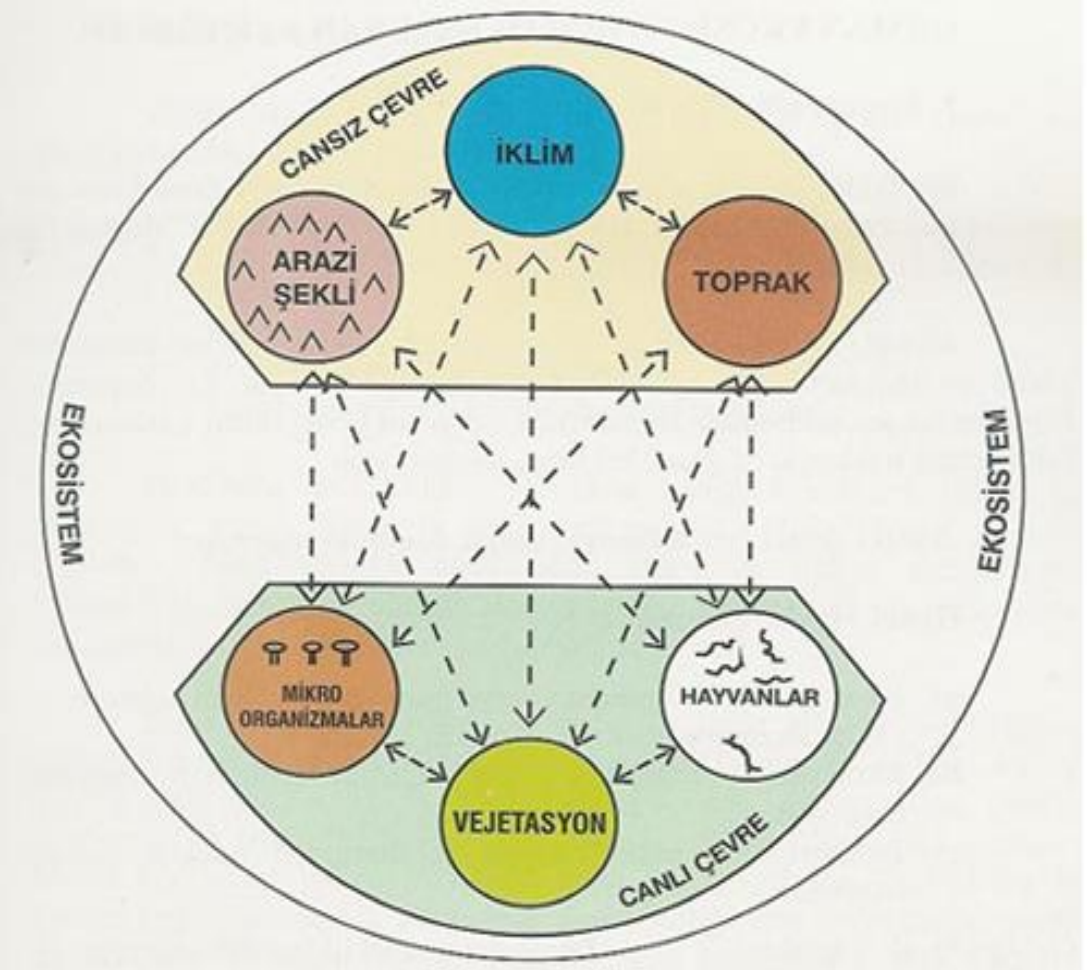


Maçka





Orman Ekosistemleri



Orman ekosistemleri, belirli bir bölgede canlı (biyotik) ve cansız çevrenin (abiyotik) etkileşimi sonucu oluşmuş birçok ekolojik sistemi bünyesinde barındıran eşsiz sistemlerdir.

Ormanlarımızın Fonksiyonları

% 65

Ekonomik



Odun hammaddesi



Endüstiriyel odun



Orman Yan ürünleri

%32

Ekolojik



Toprak Koruma



Su üretimi



%3

Sosyal



Rekreasyon



Toplum sağlığı



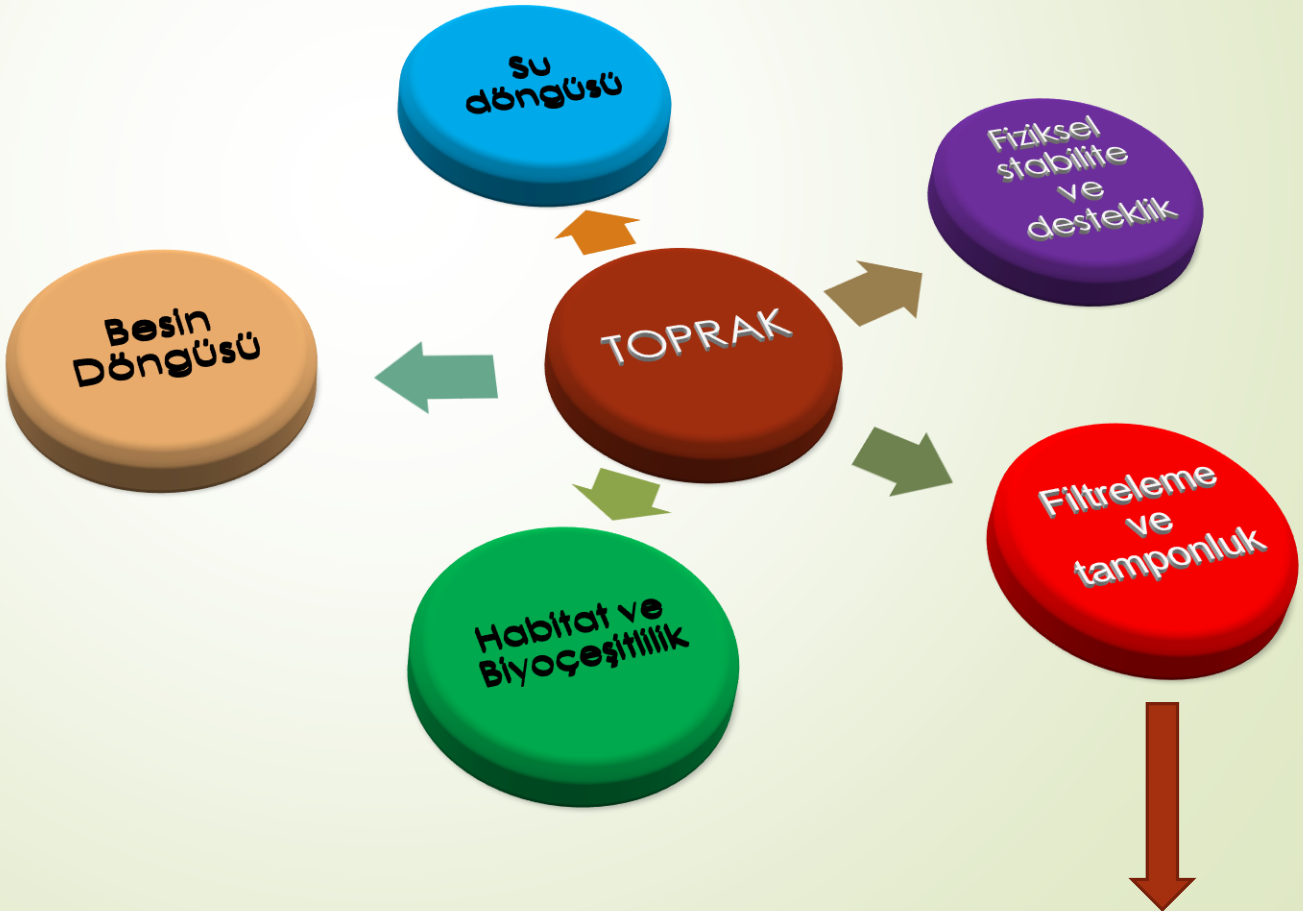
Milli savunma

Toplam ormanlık alanımız: 21.7 milyon hektar

Toprağın Fonksiyonları

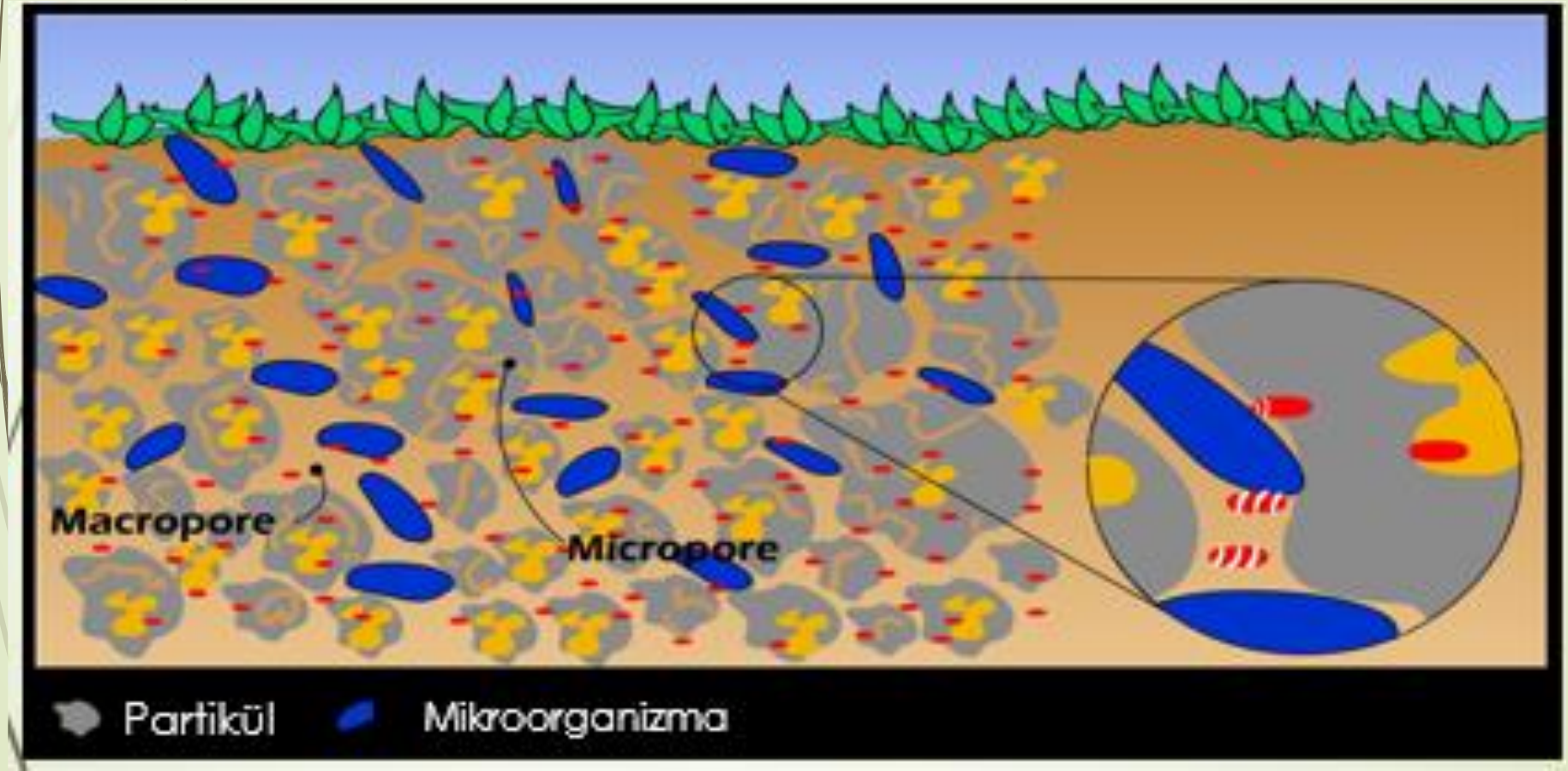
Orman ekosistemlerinde ağaç, bitki topluluğu ,hayvan ve birçok mikroorganizmaya ev sahipliği yapan topraklar birçok fonksiyonu da bünyesinde barındırır. Ana fonksiyonlar:





Toprağın Filtreleme Özelliği

- İçerdiği organizmalar ve partiküller sayesinde, toksik bileşikleri veya fazla besin elementlerini transforme edebilir, nötralize edebilir ya da başka bitki ve hayvanlar için uygun hale getirebilir.



Toprak, su- hava ve diğer kaynakların kalitesini korumak için bir filtre görevi görür.

Toprağın Arıtım (Filtreleme) Özelliği

- **Fiziksel Filtreleme**: Porlar aracılığı ile filtre kağıdı gibi işlev görür (Makro por >0.06 mm çap, mikro por < 0.06 mm çap)

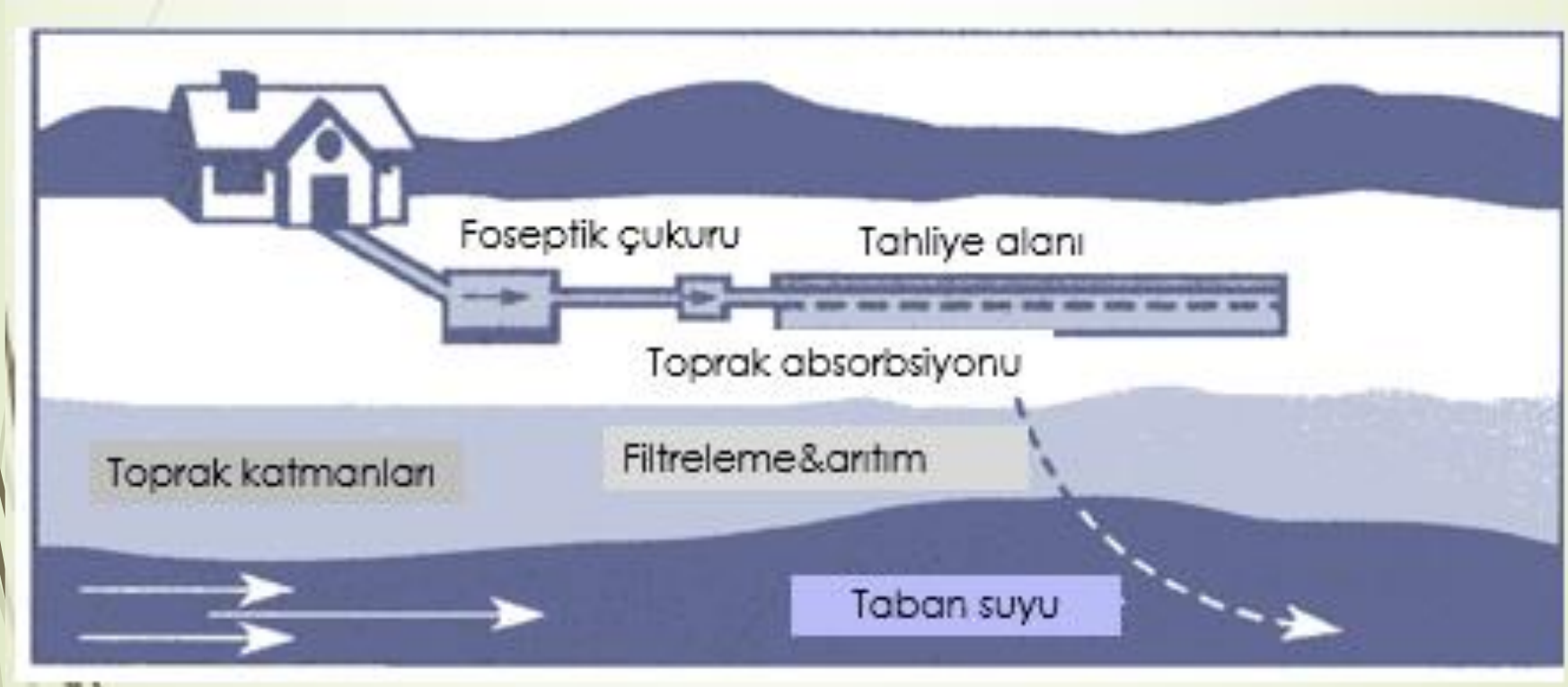
  İnce tekstürlü topraklar >>>>> Kaba tekstürlü topraklar

- **Kimyasal Filtreleme :** Toprak negatif yüke sahiptir. Sudaki Mg, K, Ca gibi katyon fazlalığı sudan arınarak toprakta kalır. Sudaki diğer kimyasallar ise kovalent bağ ile uzaklaştırılır.

- **Biyolojik Filtreleme :** Toprakta bulunan mantar ve bakteriler, kimyasal ayrıştırıcı ve dönüştürücü görevi görür. Azotobacter ve Clostridium cinsi bakteriler önemli derecede biyolojik fiksasyonu gerçekleştiren canlılardır.

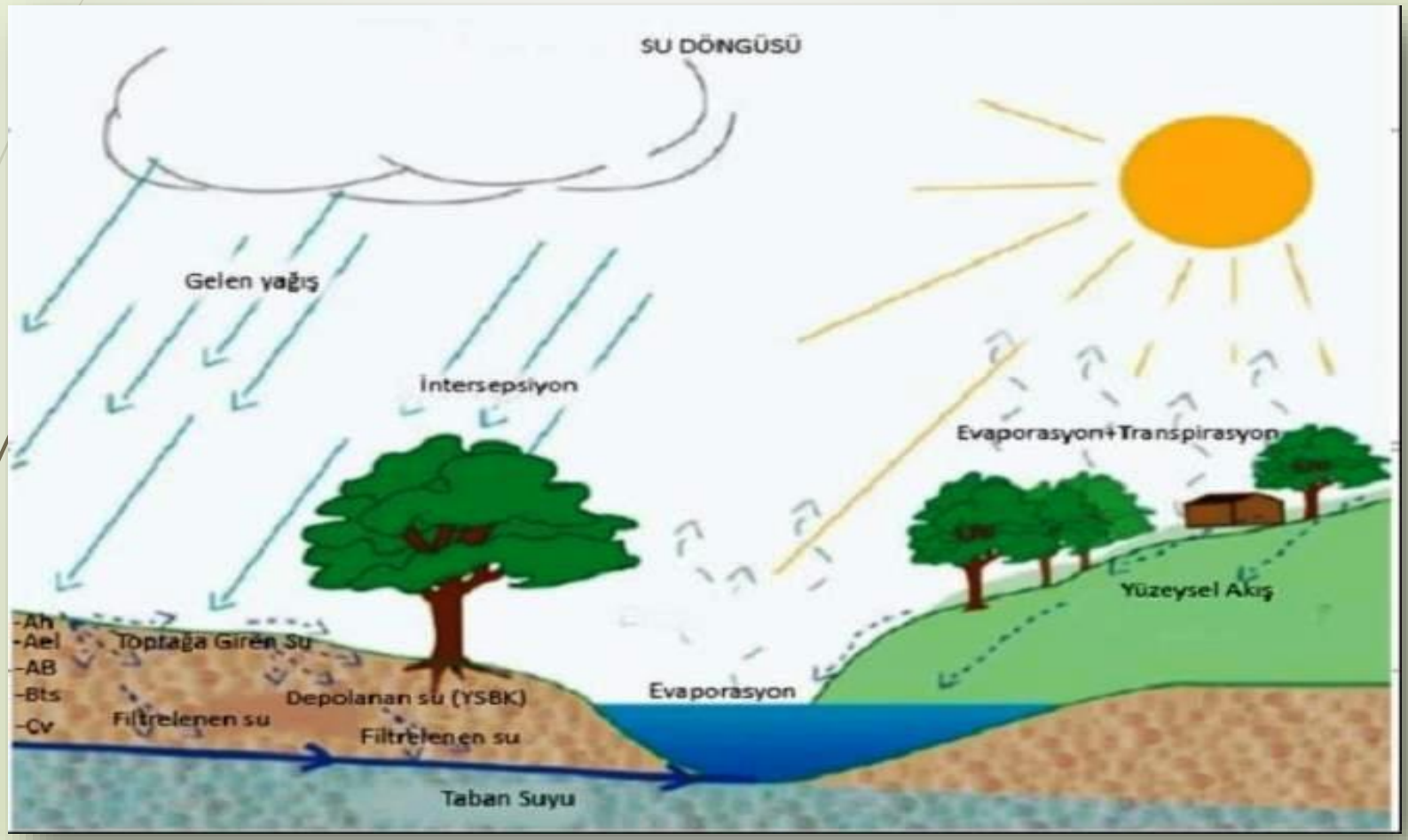
Yapay Ekosistemler

- Toprağın suyu filtreleme ve arıtım özelliği kent ekosisteminde önemli bir yer tutar ve toprağın bu özelliğinden sıkça yararlanılır.



Doğal Ekosistemler

- Orman ekosistemlerinde yağışla toprağa ulaşan suyun önemli bir kısmı filtre edilerek su toplama göletlerine ulaşır.



Giriş

- Ormanların hidrolojik fonksiyonu arasında su rejimini düzenlemekle birlikte yıl boyunca filtrelemek suretiyle sürekli ve kaliteli su üretimine katkı sağlamak yer almaktadır.

- ABD' deki temiz suyun yaklaşık 2/3'ünü, yağışlardan sonra orman topraklarının filtre ettiği derelere ulaşan sular oluşturmaktadır (Grey ve Deneke, 1986).

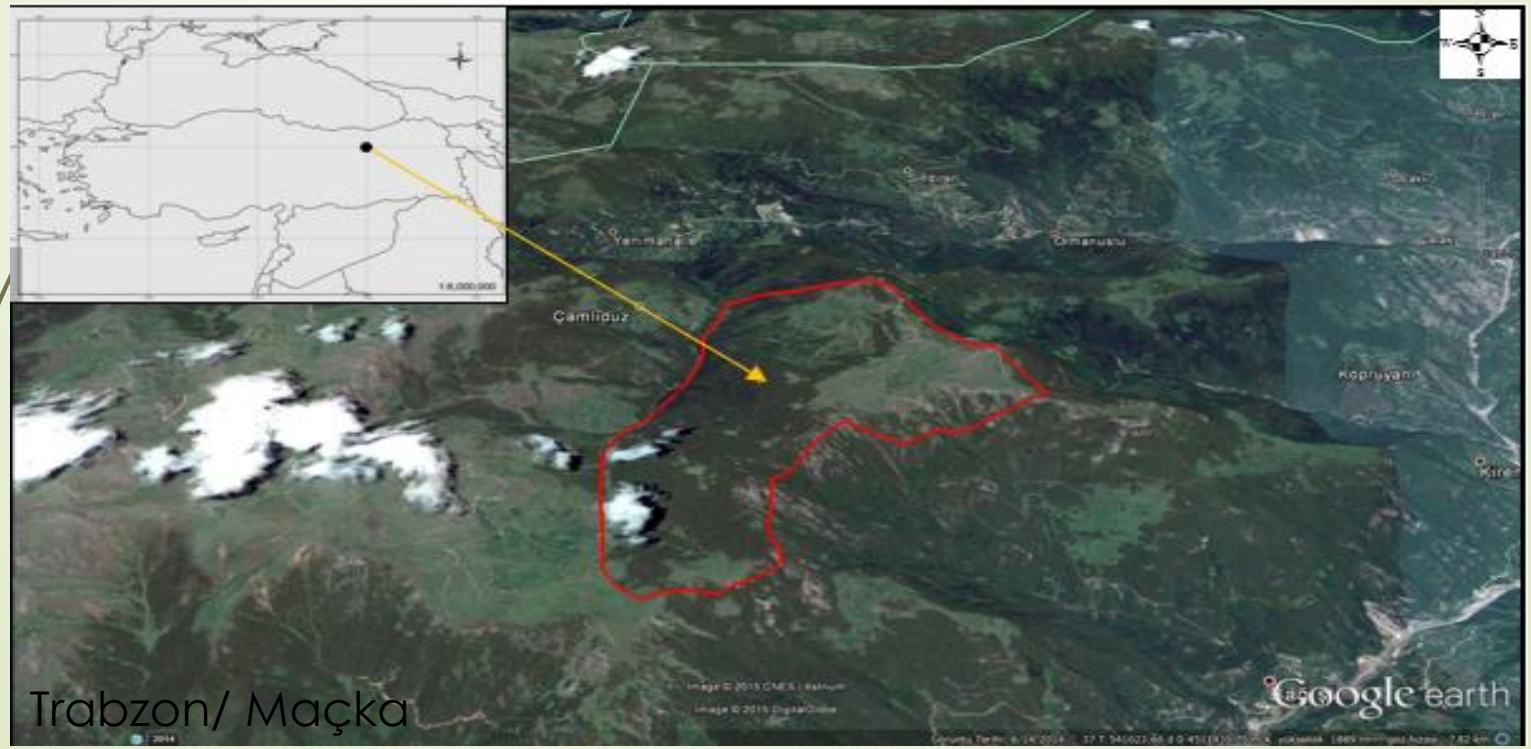
- Ormanlar, derelere, göllere ve taban suyuna birçok yolla karışacak olan atıkların engellenmesine de yardımcı olur. (Barten vd., 2004; Ernst, 2004; Smail ve Lewis, 2009; Sprague vd., 2006).

Giriş

- Ormanlar, kentlerdeki halk sağlığını da dolaylı olarak etkilemektedir.
- Yaşayan filtre sistemleri olarak ağaçlar, şehirlerde atık su kazanımının en iyi işlemcileri olarak tanımlanabilir.
- 1 hektar ormanlık alan yılda yaklaşık 8 ton suyu arıtabilir (Grey ve Deneke, 1986).
- Ormanlık alanların su arıtım maliyetine katkısının %50-55 olduğunu bildirmektedirler (Web, 1).

Gereç

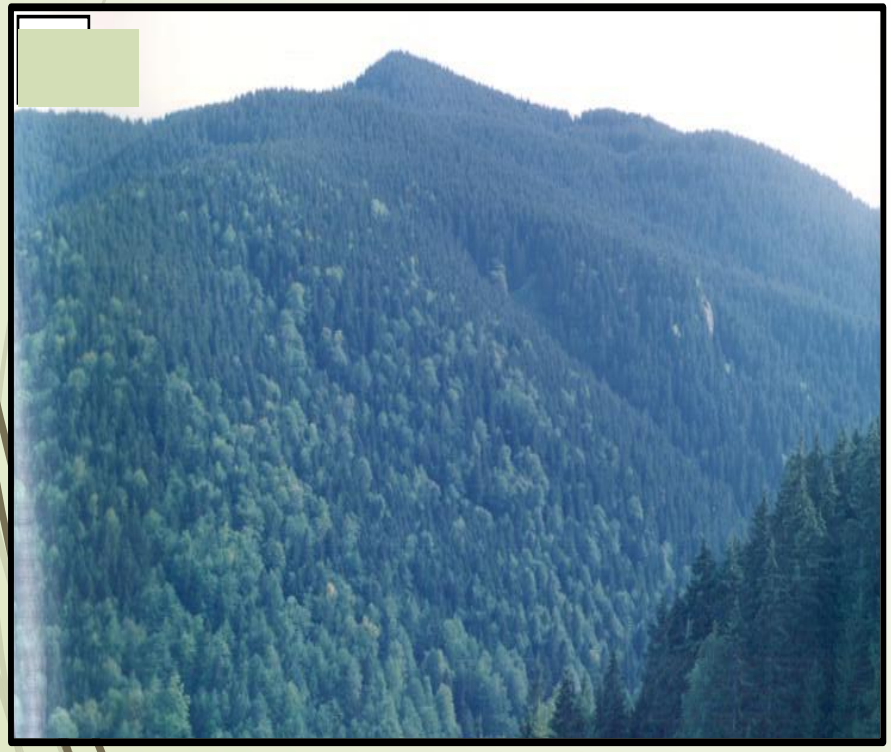
- Araştırma alanı, Doğu kayını (*Fagus orientalis*), Doğu ladini (*Picea orientalis*) ve Doğu karadeniz göknarından (*Abies nordmanniana subsp. nordmaniana*) oluşan ormanlık alan ile bitişiğindeki açıklık alanda (çayırlık) yer almakta (Orman=479 ha, Açıklık=166 ha) ve Çamlıdüz ve Paparza dereleri havzasında bulunmaktadır.



Trabzon/ Maçka

Gereç

- **Ortalama Eğim:** %32-70
- **Bakı :** Batı
- **Ortalama Yükselti:** 1859 mt
- **Yıllık Yağış:** 1042 mm
- **Ortalama Sıcaklık:** 6.36 °C





Yöntem

Toprak örneklerinin alınması

- Sistematik ve homojen olarak dağıtılmış 115 adet toprak çukurundan 345 adet toprak örneği alınmıştır. Alınan 115 noktanın 82 ‘si ormanlık alanda 33 tanesi de açıklık (çayırlık) alanda yer almaktadır.

- Toprak örnekleri 120 cm derinliğe kadar açılan toprak çukurunda belirlenen horizonlara göre alınmıştır.

- Araştırma alanında **Ah**, **Ael**, **Bts** ve **Cv** horizonları tespit edilmiştir. Her horizondan bozulmuş (torba) ve bozulmamış (hacim silindiri) toprak örnekleri alınarak fiziksel ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir.

Yöntem

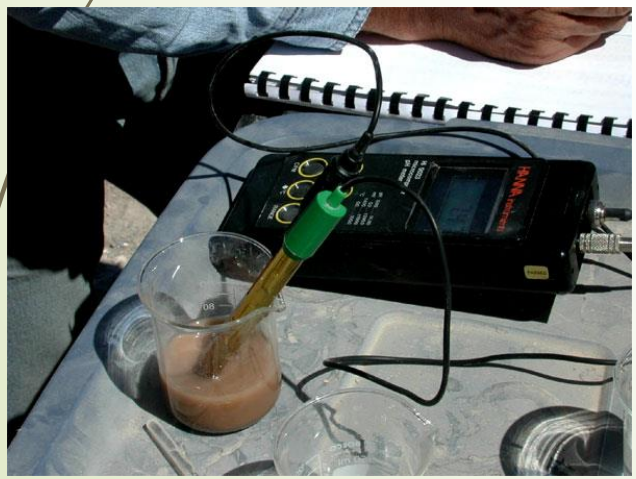
Bazı Toprak Özellikleri Belirlenmesi

Toprak türü: Hidrometre yönt.ile (Gülçür, 1974),



Organik karbon: Walkley-Black ıslak yakma metodu ile (Gülçur, 1974; Kantarcı, 1979)





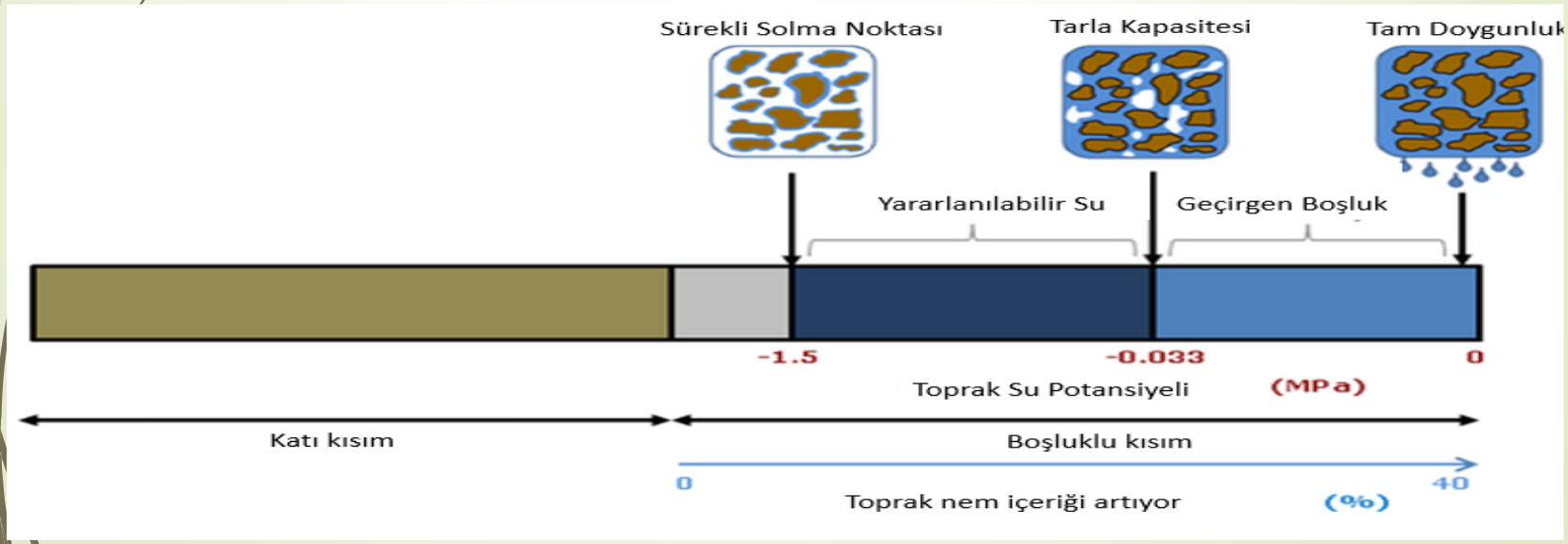


Toprak taşlılığı: Alınan hacim örnekleri hava kurusu haline getirildikten sonra usulüne uygun olarak havanda öğütülmüş ve ince kısım (<2 mm) ile taş kısmı (>2 mm)ayrılarak tartılmıştır.

Aktüel asitlik (pH) ise 1/2.5 oranında saf su kullanılarak belirlenmiştir (Gülçür, 1974).

Yöntem

- **Toprağın yararlanılabilir su biriktirme kapasitesi** : organik madde miktarı, toprak türü, taş içeriği ve toprak derinliği ile yakından ilgilidir.
- Çalışmamızda yararlanılabilir su kapasitesinin hesaplanmasında Kantarcı (1980)ve Çepel 'in(1993) belirtmiş olduğu esaslar ölçüt olarak alınmış ve hesaplamalar buna göre yapılmıştır.

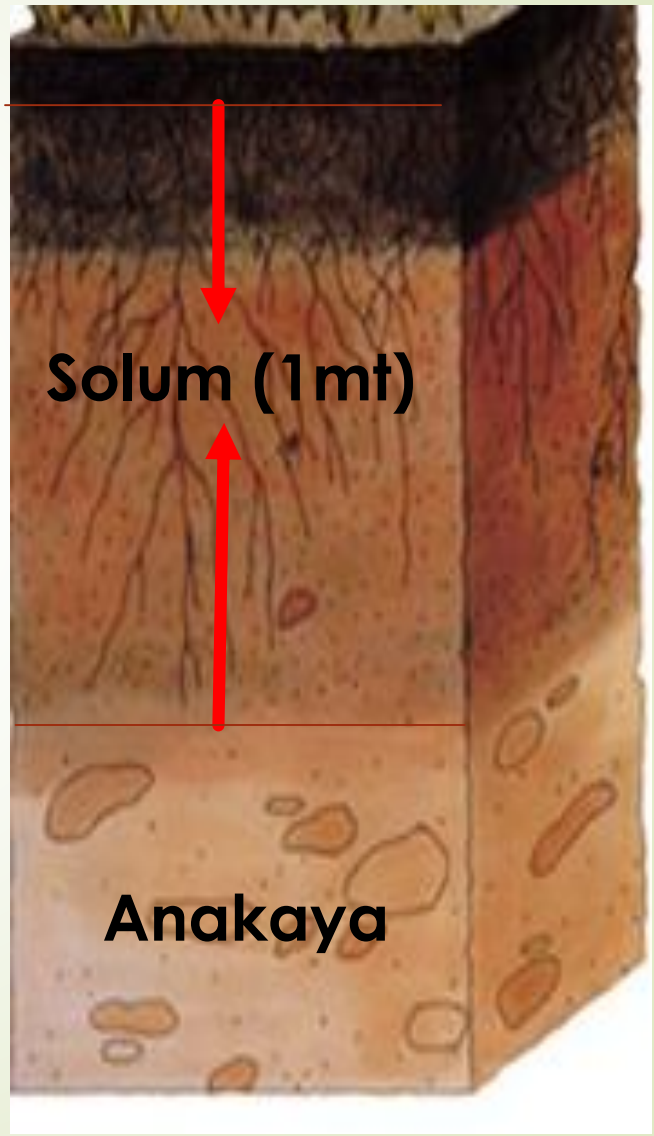


Yöntem

- **Toprağın Su Bütçesi**

- YSBK hesaplanırken genel olarak toprağın solum kısmı 100 cm olarak baz alınmıştır. Örnekleme yapılan toprak profillerindeki solum derinliği 100 cm alınmıştır. Solum derinliği 100cm'den küçük veya büyük olduğu durumlarda ise hesaplanan YSBK değerleri 100 cm'ye enterpole edilmiştir.





Yöntem

- **Toprağın Su Filtrasyon (Arıtım) Kapasitesi**

- **X= Y-(Z+T+Q)**
- **X=**Topraklardan süzülerek taban suyunu besleyen yıllık su miktarı (mm)
- **Y=** Toplam yıllık yağış (1042 mm/m^2)
- **Z=**Yıllık toplam intersepsiyon miktarı (Karışık orman= %28, açık çayırlık alan =%17) (Çepel, 1986)
- **T=** Yüzeysel akış miktarı (Karışık orman= %18, açık çayırlık alan =%36) (Çepel, 1986)
- **Q=**Toprakta 1/3-15 atmosfer basınç altında 1 metre derinlikteki YSBK (Altun, 1995).

Bulgular

Toprak özelliği: genel olarak Kumlu balçık, hafif asidik ve organik madde miktarı fazladır.

Toprak Özellikleri	Ormanlık Alan	Açıklık Alan (Çayırlık)
Kum (%)	69.33±10.85a*	67.88±6.49 a
Toz (%)	10.21±5.68a	19.57±5.95b
Kil (%)	20.19±8.23a	12.45±4.54b
İskelet Kısmı (gr/lt)	260.69±151.9a	241.82±134.50a
İnce Kısım (gr/lt)	620.87±180.85a	753.11±161.97b
pH (H_2O)	5.76±0.35a	5.84±0.30a
Organik madde (%)	11.46±4.11a	10.13±2.84b
YSBK (m^3) (100 cm derinlik)	3751.2±41.31a	2986.1±49.23b

* Farklı harfler istatistiki olarak $p<0,05$ düzeyinde anlamlı farklılıkları göstermektedir. Satırlardaki değerler ortalama standart sapmayı ifade etmektedir.

Bulgular

Su Arıtım (Filtrasyon) Potansiyeli:

Metotta belirtilen ilgili katsayılar ve denklemler kullanılarak birim alanda (ha/yıl) filtrelenen su miktarları elde edilmiştir..

X= Y-(Z+T+Q)

Ormanlık alanda filtre olan su miktarı = 3751,2 m^3 / ha/ yıl

Açıklık (Çayırlık) alanda filtre olan su miktarı = 2986,1 m^3 / ha/ yıl

Sonuç-Öneriler

- Çağımızın en önemli çevre sorunlarından birisi iklim değişikliği diğeri ise su kıtlığıdır (Costanza ve Jorgensen, 2002).
- Ormanlar temiz ve kaliteli su sağlar iken (Gülcü vd, 2008) diğer yandan da kentin atık su arıtımında filtre görevi görmektedir (Grey ve Deneke, 1986)..







Sonuç-Öneriler

- Çalışma sonuçları, orman topraklarından filtre edilen su miktarının açıklık alanlara göre fazla olduğunu göstermektedir. Bu durum orman topraklarının organik madde içeriğinin yüksek olması ve yüzeysel akış katsayısının düşük olması ile ilgili olabilir.

- Özellikle orman örtüsünün toprak yüzeyinde biriktirdiği ölü örtü en şiddetli yağmurları dahi toprağa tehlikesiz bir şekilde düşey olarak geçirebilmekte ve derelere ulaştırmaktadır. Ölü örtü en şiddetli yağışları kolaylıkla geçirebilecek permeabilite kapasitesine sahiptir.

- Orman topraklarında organik madde içeriğinin yüksek olması kaliteli su üretiminde etkili diğer bir faktördür.

Sonuç-Öneriler

- Çevre kirliliğinin toprak ortamına ve dolayısıyla taban sularına kadar yaygınlaşması, toprağın doğal bir süzgeç olarak fonksiyonunun incelenme ve araştırılmasını güncel hale getirmiştir (Çepel, 1985).

- Orman ekosistemleri, toprak ve ölü örtü özellikleri, kök yapısı ve toprak üstü kısmı ile yağış-akış ilişkilerini olumlu yönde etkilemektedir.

- Bu nedenle, orman topraklarının çeşitli sebeplerle (gübreleme, herbisitler, kentsel atıklar vb.) kirlenmiş suların temizlenmesinde doğal süzgeç fonksiyonunun diğer arazi kullanım biçimlerine (tarım, mera) göre daha yüksek olduğu söylenebilir.

Sonuç-Öneriler

- Yapılan çalışmalarda ormanlık alanların yerel yönetimlerin su arıtım maliyetlerini neredeyse %50 düşürdüğü bildirilmektedir (Web, 1).
- Trabzon ilinde suyun arıtım maliyeti yaklaşık 2 **₺/m3'**tür.
- Çalışma yapılan Ormanüstü araştırma alanı, **yılda 3.5 Milyon ₺** (7.502x479) arıtım maliyetine katkı sağlayabilecek potansiyele sahiptir.



Maçka coşandere



Maçka ormanları

Sonuç-Öneriler

- Sonuç olarak, orman ekosistemleri, su kaynaklarını nicelik ve niteliksel olarak olumlu yönde etkilemektedir.
- Bu yolla da civarda yaşayan halk sağlığını da dolaylı olarak etkileyip ve yaşam ekosistemimizde kritik bir rol oynamasının yanında yerel yönetimin önemli giderini oluşturan yıllık arıtım maliyetine önemli katkılar da yapabilmektedir.





TEŞEKKÜRLER...



Arş.Gör.Uğur KEZİK
Karadeniz Teknik üniversitesi, Orman Fakültesi,Toprak İlmi ve Ekoloji ABD
kezik@ktu.edu.tr