

Interreg



Co-funded by
the European Union

NEXT Black Sea Basin

**İklim Kaynaklı Afetlere Karşı Toplum Direncini
Artırmak için Doğa Temelli Çözümler
(NBS-CORES)**

Belediyeler için Doğa Temelli Çözümler Geliştirme ve Uygulama Rehberi

*Gürcistan Acara Özerk Cumhuriyeti ve
Türkiye Kuzey Marmara Bölgesi'ndeki belediyeler için*



İklim Değişikliğine Uyum ve Afet Risklerinin Önlenmesi



WRI TÜRKİYE
ROSS CENTER



Bu rehber, “İklim Kaynaklı Afetlere Karşı Toplum Direncini Artırmak için Doğa Temelli Çözümler (NBS-CORES)” Projesi kapsamında geliştirilmiş ve uygulanmaktadır. Proje, (INTERREG VI-B) NEXT Karadeniz Havzasında Sınır Ötesi İşbirliği Programı 2021–2027 tarafından eş finanse edilmektedir.

Rehber, Hellenic Agricultural Organization DIMITRA – ELGO DIMITRA tarafından, proje ortağı WRI Türkiye iş birliğiyle hazırlanmıştır.

Yayının yazarı: Hellenic Agricultural Organization DIMITRA – ELGO DIMITRA, Orman Araştırma Enstitüsü

İletişim Bilgileri: fotakis@fri.gr / <https://fri.gr/en/home>

Yayın Tarihi: Aralık 2025

Bu materyalin içeriğine ilişkin sorumluluk yazarlara aittir.

Bu materyalin içeriği, Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtmak zorunda değildir.

Kaynak belirtilmek ve yapılan değişiklikler açıkça ifade edilmek kaydıyla çoğaltılmasına izin verilmektedir.

İçindekiler

1. Rehberin Amacı ve NBS Yoluyla Belediye Dirençliliğine Yönelik Vizyon	5
2. Belediye Bağlamında NBS'nin Anlaşılması	6
2.1 Belediyeler için NBS'nin Önemi.....	6
2.2 Temel Tipolojiler ve Yerel Uygulamalar	6
3. Belediyeler için NBS'ye Yönelik Adım Adım Çerçeve	13
4. Tehlikeye Özgü NBS Portföyleri.....	17
4.1 Taşkınlar ve Ani Taşkınlar.....	17
4.2 Heyelanlar ve Erozyon.....	21
4.3 Kıyı Taşkınları ve Erozyon	24
4.4 Kuraklık, Su Kıtlığı ve Sıcak Hava Dalgaları	27
4.5 Orman Yangını Riskinin Azaltılması	30
4.6 Sıcak Hava Dalgaları / Kentsel Isı	32
5. Öncelikli Tehlikeler için Yerel Ölçekte Doğa Temelli Çözümler	35
6. Yönetişim ve Kurumsal Entegrasyon.....	37
6.1 NBS'nin Belediye Çerçeveleri İçinde Kurumsallaştırılması	37
6.2 Sektörler Arası Koordinasyon	38
6.3 Katılımcı Yönetişim ve Topluluk Katılımı	38
6.4 Eşitlik, Toplumsal Cinsiyet ve Kapsayıcılık.....	39
6.5 Politika Uyumu ve Stratejik Tutarlılık.....	39
6.6 Kurumsal Kapasitenin Güçlendirilmesi.....	40
7. İzleme ve Değerlendirme Çerçevesi.....	40
7.1 NBS İzleme Amaçları.....	41
7.2 İzleme Düzeyleri	41
7.3 İzleme Çerçevesinin Yapısı	41
7.4 Temel İzleme Göstergeleri	42
7.5 Veri Toplama ve Araçlar.....	42
7.6 Değerlendirme ve Raporlama	43
7.7 Geri Bildirim Döngüleri ve Uyarlamalı Yönetim	43
7.8 İzleme ve Değerlendirme için Kapasite ve Kaynaklar	43
8. Finansman ve Bakım Stratejisi	44
8.1 NBS için Finansman İlkeleri.....	44
8.2 Belediye ve Ulusal Finansman Kaynakları	45
8.3 Uluslararası ve AB Finansman Olanakları.....	45
8.4 Yenilikçi ve Karma Finansman Mekanizmaları	46
8.5 İşletme ve Bakım için Bütçeleme	46
8.6 Maliyet-Fayda Analizi ve Ekonomik Değerleme.....	47

8.7 Mali Yönetim için Kurumsal Düzenlemeler	47
9. Değerleme ve İletişim	48
9.1 Değerlemenin Anlaşılması.....	48
9.2 NBS Fayda Kategorileri	49
9.3 Faydalara İlişkin Nicel Ölçüm ve Değerleme Yöntemleri	49
9.4 NBS Sonuçlarının İletilmesi	50
9.5 Başarıların Paylaşılması ve Ölçeklendirme	50
9.6 Karar Alıcılar için Kilit Mesajlar	51
10. Ekler (Şablonlar)	52
Ek A. Risk ve Ekosistem Değerlendirme Kontrol Listesi	52
Ek B. NBS Tasarımı için Örnek İş Tanımı (ToR)	53
Ek C. İzleme Planı Tablosu (Anahtar Performans Göstergesi / Ana Etki Göstergesi)	54
Ek D. Bakım Programı Şablonu	54
Ek E. Finansman Olanakları Föyü	55
Rehbere İlişkin Genel Bilgiler	56

1. Rehberin Amacı ve NBS Yoluyla Belediye Dirençliliğine Yönelik Vizyon

Bu rehber, **Acara Özerk Cumhuriyeti (Gürcistan)** ve **Kuzey Marmara (Türkiye)** bölgelerindeki belediyelerin, Doğa Temelli Çözümler (NBS) kullanarak iklim değişikliğine uyum sağlamalarını ve afet risklerini azaltmalarını desteklemektedir.

Rehber, bilimsel kanıtları ve Avrupa'daki iyi uygulama örneklerini **belediyeler için uygulanabilir pratik adımlara dönüştürmekte**; yerel yönetimlerin NBS'leri **kentsel planlama, altyapı tasarımı ve toplumsal dirençlilik stratejilerine** entegre etmelerine yardımcı olmaktadır.

Bu rehber; **Avrupa Yeşil Mutabakatı, AB İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi (2021)** ve **Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi (2015–2030)** hedeflerine, ekosistem temelli, maliyet-etkin ve sosyal, çevresel ve ekonomik ortak faydalar sağlayan önlemleri teşvik ederek katkı sunmaktadır.

NBS-CORES Projesi (Interreg NEXT Karadeniz Havzası, BSB00208) kapsamında geliştirilen bu rehberin amaçları şunlardır:

- Taşkın, heyelan, kuraklık, sıcak hava dalgaları, kıyı erozyonu ve orman yangınları gibi öncelikli tehlikeler için NBS'lerin belirlenmesi ve planlanmasına yönelik yerel kapasiteyi güçlendirmek.
- Değerlendirme ve tasarımdan finansman ve bakıma kadar tüm süreci kapsayan adım adım rehberlik sunmak.
- Uzun vadeli dirençlilik ve sürdürülebilirlik için belediyeler, bölgesel otoriteler ve topluluklar arasında iş birliğini teşvik etmek.

Tanım ve Politika Dayanağı (Referans Amaçlı)

Bu rehber; doğayı afet riski yönetimi ve iklim dirençli kalkınmaya entegre etmek için pratik yollar arayan **belediyelerde görev yapan mühendisler, plancılar, çevre birimleri, sivil toplum kuruluşları ve karar vericiler** için hazırlanmıştır.

Avrupa Komisyonu (2015):

Doğa Temelli Çözümler (NBS); doğadan ilham alan ve doğa tarafından desteklenen, maliyet-etkin olan, çevresel, sosyal ve ekonomik faydalar sağlayan ve dirençliliğin güçlendirilmesine katkı sunan çözümlerdir.

IUCN (Uluslararası Doğa Koruma Birliği) (2016):

Toplumsal sorunlara etkili ve uyarlanabilir biçimde yanıt veren; insan refahı ve biyolojik çeşitlilik açısından faydalar sağlayan, doğal ya da değiştirilmiş ekosistemlerin korunması, sürdürülebilir yönetimi ve restorasyonuna yönelik eylemler.

Politika Bağlamı:

Uluslararası düzeyde NBS; **Avrupa Yeşil Mutabakatı, AB İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi (2021)** ve **2030 AB Biyoçeşitlilik Stratejisi** kapsamında ele alınmakta; **Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi (2015–2030)** ve **Paris Anlaşması** ile tam uyum göstermektedir.

Karadeniz Havzası özelinde ise NBS, belediyelerin taşkın, kuraklık, heyelan ve ısı stresi gibi risklerle mücadele etmesinde, ekosistem temelli dirençlilik planlaması için temel bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir.

2. Belediye Bağlamında NBS'nin Anlaşılması

Doğa Temelli Çözümler (NBS); taşkın, sıcak hava dalgaları, kuraklık, erozyon ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi toplumsal sorunlara yanıt vermek amacıyla doğal veya değiştirilmiş ekosistemlerin korunması, yönetilmesi ve restore edilmesini içeren eylemlerdir. Belediyeler açısından NBS, geleneksel gri altyapıyı tamamlayan, çok işlevli ve maliyet-etkin önlemler aracılığıyla iklim dirençliliğini artırma ve yaşam kalitesini iyileştirme fırsatı sunmaktadır. Karadeniz Havzası genelinde belediyeler; ani taşkınlar, heyelanlar, kıyı erozyonu, kuraklık ve ısı stresi gibi iklim kaynaklı tehlikelerin ön safında yer almaktadır. NBS'nin yerel politikalara ve mekânsal planlamaya entegre edilmesi, afetlere müdahaleye dayalı tepkisel yaklaşımdan, ekosistem temelli ve önleyici risk azaltımına geçişi desteklemektedir. Tek amaca yönelik mühendislik çözümlerinin aksine NBS; su tutma, sıcaklık düzenleme, toprak stabilizasyonu ve rekreasyon gibi çoklu hizmetler sunarken, biyolojik çeşitliliği ve toplumsal refahı da güçlendirmektedir. NBS aynı zamanda farklı bütçe düzeylerine uyarlanabilir ve ölçeklenebilir niteliktedir. Yağmur bahçeleri, cep parkları ve bitkilendirilmiş yamaçlar gibi küçük ölçekli müdahaleler; bir kent ya da havza genelinde stratejik olarak birbirine bağlandığında, yerel risklerin azaltılmasında önemli katkılar sağlayabilmektedir.

Bu tür uygulamaların anlaşılması ve benimsenmesiyle belediyeler:

- NBS'yi kentsel gelişim ve iklim değişikliğine uyum stratejilerine entegre edebilir.
- Ekosistem temelli planlama yoluyla afet risklerini azaltabilir.
- Vatandaşların sağlığı, biyolojik çeşitlilik ve yerel ekonomi için ortak faydalar üretebilir.

2.1 Belediyeler için NBS'nin Önemi

Doğa Temelli Çözümler (NBS), birbirinden bağımsız çevresel projeler değil; iklim değişikliğine uyum ve risk önleme stratejilerinin temel bileşenleridir. NBS, yerel yönetimlerin parçalı müdahalelerden çevresel, sosyal ve ekonomik getiriler sağlayan bütüncül ve çok işlevli sistemlere geçişini desteklemektedir. NBS'yi kalkınma planlarına entegre eden belediyeler, dirençliliği artırırken; yerel kimliğin güçlenmesine, ekosistem sağlığının iyileştirilmesine ve vatandaşların refahının artırılmasına da katkı sunmaktadır.

2.2 Temel Tipolojiler ve Yerel Uygulamalar

Belediyeler, NBS'leri kentsel, kent çeperi, kırsal ve kıyı alanları genelinde uygulayabilmektedir. Aşağıda, Karadeniz Havzası'ndan ve benzer özellikler taşıyan bölgelerden derlenen örnekler, bağlama uygun ve etkinliği kanıtlanmış uygulamaları ortaya koymaktadır.

Taşkın ve Ani Taşkın Yönetimi

Vaka 1: Sperchios Nehri Havzası (Yunanistan)

Orta Yunanistan bölgesinde yer alan Sperchios Nehri Havzası'nda, şiddetli yağışlar ve nehir taşkınları nedeniyle tekrar eden taşkınlar tarım alanlarını ve yakın yerleşimleri etkilemiştir. OPERANDUM Projesi kapsamında, nehir boyunca bitki örtüsüne dayalı sızma alanları ve çimlendirilmiş tampon şeritler oluşturulmuştur. Bu önlemler, toprakta suyun sızma kapasitesini artırmış ve taşkın piklerini %30–40 oranında azaltmıştır.

Sürekli izleme sonuçları, küçük ölçekli ve alana yayılmış NBS uygulamalarının, yerel ekosistemleri onarırken taşkın şiddetini anlamlı ölçüde azaltabildiğini doğrulamıştır.

Temel Çıkarımlar:

- Bitkilendirilmiş tampon şeritler ve sızma alanları, düşük maliyetli ve bakımı kolay taşkın azaltım seçenekleridir.
- Bitkilendirme uygulamalarının sığ su tutma alanlarıyla birlikte kullanılması, havzanın üst ve orta kesimlerinde yüzey akışını yavaşlatmaya yardımcı olur.
- Belediyeler, bu yaklaşımı yerel bitki türlerini kullanarak ikincil akarsular veya drenaj kanalları boyunca kolaylıkla çoğaltabilir.

Vaka 2: Gorla Maggiore Su Parkı (İtalya)

Kuzey İtalya'da Gorla Maggiore Belediyesi, eski bir kavak plantasyonunu çok işlevli bir sulak alan parkına dönüştürmüştür. Alan, bugün doğal bir yağmur suyu tutma havzası olarak işlev görmektedir; birleşik kanalizasyon taşkınlarını arıtırken aynı zamanda rekreasyon ve biyolojik çeşitlilik açısından faydalar sağlamaktadır. Sistem bünyesindeki sulak alanlar ve bitkilendirilmiş kanallar, yüzey akışını tutarak taşkın piklerini %86'ya varan oranlarda azaltmakta ve suyu nehre geri vermeden önce su kalitesini iyileştirmektedir.

Temel Çıkarımlar:

- Nehir yakınındaki yeterince kullanılmayan alanlar, taşkın kontrolü ve rekreasyon amaçlarını bir arada karşılayan doğal tutma parklarına dönüştürülebilir.
- Sulak alanların yürüyüş yolları ve yeşil alanlarla birlikte tasarlanması, NBS yatırımlarına yönelik kamusal desteği güçlendirir.
- Belediyeler küçük ölçekli adımlarla başlayabilir; birkaç hektarlık alanlar dahi taşkın riskinin azaltılmasında ölçülebilir farklar yaratabilmektedir.

Vaka 3: Kopenhag Yeşil Altyapısı (Danimarka)

Kopenhag, kent ölçeğinde yeşil-mavi altyapı kullanarak "sağanak yağış" yönetiminde öncü uygulamalar geliştirmiştir. Parklar, sokaklar ve meydanlar; yoğun yağışlar sırasında yağmur suyunu geçici olarak depolayacak ve yönlendirecek şekilde yeniden tasarlanmıştır. Yeşil çatılar, geçirgen kaplamalar ve kentsel yağmur hendekleri (swale), yağmur suyunun düştüğü yerde tutulmasına yardımcı olurken; yeniden tasarlanan parklar geçici su tutma havzaları olarak da işlev görmektedir. Bu çözümler, yüzey taşkınlarını azaltırken kentte yaşanabilirliği eş zamanlı olarak artırmıştır.

Temel Çıkarımlar:

- Kentsel parklar ve sokaklar, geçici su depolamaya olanak verecek şekilde tasarlandığında taşkın tamponu işlevi görebilir.
- Yeşil çatılar ve geçirgen kaplamalar, bina ve sokak ölçeğinde yüzey akışını azaltır.
- Taşkın yönetiminin kentsel estetik ve iyileştirme çalışmalarının bir parçası olarak sunulması, toplumsal kabulü artırır.

Ek Örnek: NAIAD Projesi (Hollanda, İspanya, İtalya, Fransa)

NAIAD Projesi, doğa temelli taşkın koruma önlemleri geliştirirken, doğal sistemlerin sigortacılık ve ekonomik değerini de nicel olarak ortaya koymuştur. Bu kapsamda sulak alanlar, taşkın suyu tutma göletleri ve yeraltı suyu besleme alanları; aşırı yağışların depolanması ve mansapta oluşan hasar maliyetlerinin azaltılması amacıyla kullanılmıştır. Bu örnek, kentsel alanlara yakın küçük ölçekli sulak alanların restore edilmesinin ya da oluşturulmasının hem çevresel hem de ekonomik açıdan gerekçelendirilebileceğini göstermektedir. Söz konusu sistemler, taşkın zararlarını azaltırken aynı zamanda topluluklar için değerli ekosistem hizmetleri sunmakta; Acara ve Marmara gibi bölgelerdeki belediyeler için uygulanabilir bir model teşkil etmektedir.

Heyelan ve Erozyon Kontrolü

Vaka 1: Kafkasya Orman Koruma Projeleri (Gürcistan)

Khulo ve Shuakhevi ilçelerinin yer aldığı dağlık belediyelerde, sık yaşanan heyelanlar yerel yollar, tarım arazileri ve yerleşim alanlarında hasara yol açmıştır. Bölgesel orman koruma programları kapsamında, köylerin üst kesimlerinde bulunan dik yamaçlar; meşe, gürgen ve akçaağaç gibi yerel türlerden oluşan karışık ağaçlandırma çalışmalarıyla yeniden ormanlaştırılmıştır. Derin kök sistemine sahip bu ağaçlar, toprak stabilitesini artırmış, yüzey akışını azaltmış ve suyun toprağa sızmasını iyileştirmiştir. Topluluk üyeleri dikim alanlarının bakımına ve yamaç koşullarının izlenmesine katkı sağlayarak, ormanlara yönelik uzun vadeli bir sahiplenme ve sorumluluk duygusunun oluşmasını desteklemiştir.

Temel Çıkarımlar:

- Dengesiz yamaçlarda orman örtüsünün yeniden kazandırılması, küçük ve orta ölçekli heyelanların azaltılmasında en maliyet-etkin yöntemlerden biridir.
- Yerel, derin köklü ağaç türleri uzun vadeli stabilite sağlar ve yerleştikten sonra asgari bakım gerektirir.
- Yerel halkın dikim ve izleme süreçlerine dâhil edilmesi, fidanların tutma oranını artırır ve bakımın sürekliliğini güvence altına alır.

Vaka 2: Näsäker Yolu 975 (İsveç)

Kuzey İsveç'te, yağış kaynaklı bir dizi heyelanın ardından mühendisler ve ekolojistler, 975 No'lu yol boyunca hibrit bir biyo-mühendislik yaklaşımı uygulamıştır. Bu kapsamda, yapısal toprak çivileme yöntemleri; söğüt çelikleri ve hindistancevizi lifi hasırları gibi bitkilendirme uygulamalarıyla birlikte kullanılarak yamaç güçlendirilmiştir. Bitki örtüsü geliştikçe, canlı kök sistemleri zamanla stabilizasyon görevini devralmıştır. Şiddetli yağış olayları sonrasında yapılan izlemeler, müdahale edilen yamaçların bütünlüğünü koruduğunu; buna karşılık bitişikteki müdahale edilmeyen kesimlerde ek erozyonların meydana geldiğini göstermiştir.

Temel Çıkarımlar:

- Basit mühendislik çözümlerinin bitkilendirme ile kullanılması, dirençli ve kendini onarabilen yamaç stabilizasyonu sağlar.
- Söğüt veya fındık gibi hızlı büyüyen çalı türleri, nemli iklimlerde toprağı etkin biçimde tutabilir.
- Bu yaklaşım, yağış rejimi ve eğim koşulları benzer olan Acara Özerk Cumhuriyeti ve Marmara bölgelerindeki yol dolguları ve köy yamaçları için uygundur.

Ek Örnek: Aşağı Warten Vadisi (Avusturya)

Avusturya'daki Aşağı Warten Vadisi'nde topluluklar, erozyona yatkın yamaçları canlı demetler (live fascines), yeniden ormanlaştırma ve teraslama uygulamalarıyla stabilize etmiştir. Canlı dallardan oluşturulan demetler, konturlar boyunca yerleştirilerek köklenmiş ve toprağı birbirine bağlayarak doğal istinat yapıları oluşturmuştur. Bu basit bitkisel teknik; Acara ve Marmara bölgelerinde yol yarmaları ve dik tarım arazilerinde uygulanabilir olup, bitki örtüsünü yeniden kazandırırken ve yamaç bozulmasını önlerken, beton istinat duvarlarına düşük maliyetli ve düşük bakım gerektiren bir alternatif sunmaktadır.

Kuraklık ve Su Kıtılığı Yönetimi

Vaka 1: Kenya (Doğu Afrika)

Kenya'nın yarı kurak bölgelerinde küçük ölçekli çiftçiler, tarım ve hayvancılık için suya erişimi kısıtlayan tekrarlayan kuraklıklarla karşı karşıyadır. WHaTeR Projesi'nden esinlenen topluluk temelli girişimler kapsamında; yüzey akışını yavaşlatmak, suyun toprağa sızmasını artırmak ve yeraltı suyu beslenmesini güçlendirmek amacıyla teraslama ve otlandırılmış su yolları uygulanmıştır. İzleme sonuçları, iki yıl içinde taban akımında %8,4'lük ve akifer beslenmesinde %5'lik bir artış olduğunu göstermiştir. Bu önlemler aynı zamanda toprak erozyonunu azaltmış ve tarımsal verimliliği artırmıştır. Böylece, düşük maliyetli ve yerel olarak yönetilen NBS uygulamalarının hem dirençliliği hem de geçim kaynaklarını güçlendirebileceği ortaya konmuştur.

Temel Çıkarımlar:

- Teraslama ve bitkilendirilmiş su yolları, kurak dönemlerde toprak nemini yeniden kazandırır ve yüzey akışını azaltır.
- Basit ve topluluk öncülüğünde yürütülen su hasadı yöntemleri, yeraltı suyu seviyelerini önemli ölçüde artırabilir.
- Bu tür NBS uygulamaları, mevsimsel kuraklıkların görüldüğü Acara ve Marmara bölgelerindeki engebeli kırsal alanlara uyarlanabilir.

Vaka 2: HYDROUSA (Yunanistan)

HYDROUSA Projesi, Lesvos ve Tinos dâhil olmak üzere çeşitli Yunan adalarında, kalıcı bir sorun olan tatlı su kıtlığına çözüm üretmektedir. Proje kapsamında; yapay sulak alanlar, yağmur suyu hasadı, gri suyun yeniden kullanımı ve tarımsal ormancılık sistemleri aracılığıyla merkezi olmayan yerel su döngüleri uygulanmaktadır. Bu önlemler, su döngüsünün yerel ölçekte kapatılmasını sağlayarak, arıtılmış suyun kurak dönemlerde dahi tarım ve bitki örtüsünü desteklemesine olanak tanımaktadır. Proje ayrıca sürdürülebilir su kullanımını teşvik etmek amacıyla toplumsal farkındalık çalışmaları ve katılım odaklı faaliyetler de içermektedir.

Temel Çıkarımlar

- Yerelleştirilmiş su döngüleri ve yeniden kullanım sistemleri, ağır altyapı yatırımlarına ihtiyaç duymadan kuraklığa karşı dirençliliği artırır.
- Sulak alanlar ile tarımsal ormancılığın birlikte uygulanması, bitki örtüsünü yeniden kazandırırken ekonomik faydalar da sağlar.
- Merkezi olmayan sistemlerin sürdürülebilirliği için farkındalık ve topluluk katılımı kritik öneme sahiptir.

Vaka 3: OPERANDUM Projesi – Po Nehri Havzası (İtalya)

OPERANDUM Projesi kapsamında, İtalya'daki Po Nehri Havzası hem kuraklık hem de taşkınların yönetimine yönelik NBS uygulamaları için bir pilot alan olarak kullanılmıştır. Kıyı şeridi ağaçlandırması, sulak alanların korunması ve tarımsal ormancılık uygulamaları; toprağın su tutma kapasitesini artırmak ve mevsimsel akışları dengelemek amacıyla hayata geçirilmiştir. Bu müdahaleler, suyun peyzaj içinde depolanmasını sağlayarak ve kurak dönemlerde sulama üzerindeki baskıyı azaltarak kuraklığa karşı dirençliliği artırmıştır. Proje, doğal sistemlerin birden fazla hidro-meteorolojik riske eş zamanlı olarak yanıt verebildiğini ortaya koymuştur.

Temel Çıkarımlar:

- Kıyı şeridi bitki örtüsü ve sulak alan sistemleri, su akışını düzenlemeye ve kuraklığın şiddetini azaltmaya yardımcı olur.
- Tarımsal ormancılık, tarımsal alanlarda hem toprak stabilitesini hem de nem tutma kapasitesini artırır.
- Bütüncül havza yaklaşımları, kuraklık ve taşkın risklerinin eş zamanlı yönetilmesini mümkün kılar.

Ek Örnek: Regge Nehri Restorasyonu (Hollanda)

Hollanda'daki Regge Nehri, mendereslerin yeniden oluşturulması, taşkın ovalarının nehirle yeniden bağlantısının sağlanması ve yeraltı suyu beslenmesinin artırılması amacıyla doğallaştırılmıştır. Daha önce büyük ölçüde kanala alınmış olan nehir, günümüzde yağışlı dönemlerde suyu depolayan ve kurak aylarda kademeli olarak salan, kendini düzenleyen bir sistem olarak işlev görmektedir. Bu peyzaj ölçekli restorasyon hem biyolojik çeşitliliği hem de suya erişimi iyileştirmiştir. Acara ve Marmara bölgelerindeki belediyeler için, küçük akarsularda benzer menderes yenileme veya sulak alan restorasyonu uygulamaları; yeraltı suyu kaynaklarının sürdürülebilirliğini destekleyebilir, kuraklık baskısını azaltabilir ve kırsal vadiler genelinde ekolojik sağlığı güçlendirebilir.

Kentsel Isı ve Yaşanabilirlik

Vaka 1: URBAN GreenUP (İspanya, Birleşik Krallık, Türkiye)

URBAN GreenUP Projesi, Valladolid (İspanya), Liverpool (Birleşik Krallık) ve İzmir (Türkiye) gibi kentlerde geniş ölçekli kentsel yeşillendirme stratejilerini hayata geçirmiştir. Yeşil koridorların oluşturulması, gölgelendirilmiş sokaklar, dikey bahçeler ve kentsel sulak alanlar sayesinde, yoğun yapılaşmış alanlarda yüzey sıcaklıkları düşürülmüş ve hava kalitesi iyileştirilmiştir. Yeşil cepheler ve kentsel ağaçlandırma uygulamaları, ısı adası etkisinin azaltılmasında özellikle etkili olmuş; aynı zamanda kent sakinleri için estetik ve rekreasyonel değeri artırmıştır. Proje, ayrıca yeşil-mavi ağların sıcak hava dalgaları sırasında halk sağlığını nasıl destekleyebileceğine ilişkin önemli veriler sunmuştur.

Temel Çıkarımlar:

- Ağaçlandırılmış sokaklar ve dikey yeşil uygulamalar, yerel yüzey sıcaklıklarını birkaç derece düşürebilir.
- Yeşil koridorların mevcut kentsel dokuya entegre edilmesi hem ısıya karşı dirençliliği hem de yürünebilirliği artırır.
- Bu tür projeler, NBS'nin iklim, sağlık ve yaşam kalitesi hedeflerine eş zamanlı olarak katkı sağlayabildiğini göstermektedir.

Vaka 2: Çin'in Sünger Şehirler Programı (Ülke Genelinde)

Çin'in "Sünger Şehirler" girişimi, kentleri aşırı yağış ve sıcaklık koşullarına uyumlu hâle getirmeye yönelik küresel ölçekteki en kapsamlı çalışmalardan birini temsil etmektedir. Geçirgen kaplamalar, yağmur bahçeleri, kentsel sulak alanlar ve yeşil çatılar aracılığıyla; Wuhan, Shenzhen ve Chongqing dâhil olmak üzere 30'dan fazla kent, yağmur suyunu emen, depolayan ve yeniden kullanan sistemler doğrultusunda yeniden tasarlanmıştır. Bu müdahaleler yalnızca taşkın riskini azaltmakla kalmamış; buharlaşma-terleme süreçlerini ve bitki örtüsünü artırarak kentsel mikro iklimlerin düzenlenmesine de katkı sağlamıştır. Programın başarısı, kentsel planlama ile doğa temelli tasarımın birlikte ele alınmasının, kentleri daha serin, daha dirençli ve daha sürdürülebilir hâle getirebileceğini göstermektedir.

Temel Çıkarımlar:

- Yeşil altyapının kent genelinde entegre edilmesi, yağmur suyunun serinletici ve dirençlilik sağlayan bir kaynağa dönüşmesini sağlar.
- Geçirgen yüzeyler ve yeşil çatılar, yoğun kentsel alanlarda hem taşkın hem de ısı etkilerini azaltır.
- Doğa temelli kentsel tasarımın yaygınlaştırılması için politika entegrasyonu ve açık, yerel rehberlerin oluşturulması kritik öneme sahiptir.

Ek Örnek: Yeşil Koridor Projesi (Anvers, Belçika)

Belçika'nın Anvers kentinde hayata geçirilen "yeşil koridorlar" ağı; parkları, nehir kıyılarını ve yerleşim alanlarını birbirine bağlayarak hava akışını iyileştirmeyi ve kentsel mikro iklimin düzenlenmesini amaçlamaktadır. Bitkilendirilmiş yaya aksları ve gölgelendirilmiş bisiklet yolları, ısı birikimini azaltacak şekilde tasarlanırken aynı zamanda sürdürülebilir ulaşımı da teşvik etmektedir. Bu çok işlevli ağ sayesinde, yaz aylarının en sıcak dönemlerinde yerel sıcaklıklarda 2°C'ye varan düşüşler sağlanmış ve kamusal alanlarda termal konfor önemli ölçüde artırılmıştır. Benzer kentsel yeşil koridor uygulamaları, Acara ve Marmara'daki kıyı ve iç kesim belediyelerinde hayata geçirilerek ısı stresi azaltılabilir, hava kalitesi iyileştirilebilir ve aktif ulaşım türleri desteklenebilir.

Kıyı ve Nehir Kıyısı Koruma

Vaka 1: Tekirdağ (Türkiye)

Marmara Denizi kıyısında yer alan Tekirdağ Belediyesi, kıyı erozyonu ve fırtına kabarmalarına karşı kumul (dune) stabilizasyonu ve kıyı bitkilendirme programları uygulamıştır. Bu kapsamda, yerel kum tutucu bitki türleri (ör. sahilotu), kum bağlayıcı bitkiler ve alçak çit sistemleri kullanılarak kumun tutulması ve kumulların doğal yollarla yeniden oluşması sağlanmıştır. Üç yıl içinde erozyon oranları yaklaşık %40 oranında azalmış, restore edilen kumullar ise yüksek dalgalara karşı doğal bir koruyucu bariyer işlevi görmeye başlamıştır. Girişim, yerel farkındalık kampanyaları ve okul temelli dikim etkinliklerini de kapsayarak kıyı korumasını toplum temelli bir sürece dönüştürmüştür.

Temel Çıkarımlar:

- Yerel bitki türleriyle yapılan kumul stabilizasyonu, düşük bakım gerektiren ve son derece etkili bir erozyon kontrol yöntemidir.
- Ekolojik restorasyonun toplumsal katılımı ile birleştirilmesi, uzun vadeli sahiplenmeyi ve sürdürülebilirliği güçlendirir.
- Doğal kumul sistemleri, kıyı koruması sağlamanın yanı sıra kıyı sakinleri için yeni rekreasyon alanları da sunar.

Vaka 2: Catterline Kıyısı (İskoçya)

İskoçya'nın Kuzey Denizi kıyısında yer alan Catterline köyü, falezler ve kıyı şeridi boyunca şiddetli erozyon ve fırtına kabarmalarına bağlı hasarlarla karşı karşıya kalmıştır. OPERANDUM Projesi kapsamında, eğimleri stabilize etmek ve dalga enerjisini sönmekle amacıyla doğa temelli çözümler test edilmiştir. Bu çözümler arasında kumul restorasyonu, bitkilendirilmiş tampon bölgeler ve kıyı çayır/ot bitkilendirmesi yer almaktadır. Uygulama sonuçları, aşırı hava olayları sırasında dahi erozyon oranlarında ölçülebilir azalmalar ve kıyı stabilitesinde belirgin iyileşmeler sağlandığını göstermiştir. Yerel halkın izleme ve bakım süreçlerine aktif olarak katılması, müdahalelerin uzun vadeli başarısında kritik bir rol oynamıştır.

Temel Çıkarımlar:

- Bitkilendirilmiş kumullar ve kıyı tampon bölgeleri, erozyonu azaltır ve doğal kıyı savunma sistemlerini güçlendirir.
- İzleme süreçlerine topluluk katılımı, uzun vadeli uyum ve dirençliliği artırır.
- Kıyı bitki örtüsü, değişen deniz seviyelerine doğal olarak uyum sağlayabilen yaşayan bir bariyer işlevi görebilir.

Ek Örnek: Po Nehri Deltası (İtalya)

İtalya'daki Po Nehri Deltası'nda, kıyı yerleşimlerini fırtına kabarmaları ve yükselen deniz seviyelerine karşı korumak amacıyla sulak alan restorasyonu ile kontrollü taşkın uygulamalarının bir arada kullanıldığı bir yaklaşım benimsenmiştir. Nehrin taşkın ovası ile yeniden bağlantı kurulması, setler üzerindeki hidrolik baskıyı azaltırken biyolojik çeşitliliğin ve su kalitesinin iyileştirilmesine katkı sağlamıştır. Bu yaklaşım, doğa temelli ve uyarlanabilir önlemlerin geleneksel set sistemlerinin yerini alabileceğini ya da onları tamamlayabileceğini göstermektedir. Acara ve Marmara'nın kıyı alanlarında da benzer sulak alan ve delta restorasyonu çalışmaları hem nehir kaynaklı hem de deniz kaynaklı taşkın risklerinin yönetilmesine katkı sunarken yerel balıkçılık ve turizm değerini artırabilir.

Orman Yangını Riskinin Azaltılması

Vaka 1: Portekiz – “Su Tutma Peyzajları” Projesi

Portekiz'in orta ve güney bölgelerinde, yaz aylarında tekrar eden orman yangınları; toprak bozulması ve yeraltı suyu seviyelerindeki düşüş nedeniyle daha da şiddetlenmiştir. Yerel belediyeler ve çevre STK'ları tarafından desteklenen “Su Tutma Peyzajları” girişimi, yangın önleme aracı olarak doğal su döngüsünü yeniden tesis etmeyi hedeflemiştir. Bu kapsamda; kontur yağmur hendekleri (contour swales), küçük su tutma göletleri, kontrol bendi (check dams) ve yamaçların yerel meşe ve kestane türleriyle yeniden ağaçlandırılması gibi uygulamalar hayata geçirilmiştir. Peyzaj ölçeğindeki bu müdahaleler, bitki örtüsünü daha nemli tutarak yangınların yayılmasını azaltmış; biyolojik çeşitliliği artırmış ve terk edilmiş tarım alanlarının yeniden canlanmasına katkı sağlamıştır. Zaman içinde, topluluklar yüksek şiddetli yangınlarda azalma ve yangın sonrası toprak ve ormanların toparlanma kapasitesinde iyileşme gözlemlemiştir.

Temel Çıkarımlar:

- Hendekler, göletler ve toprak iyileştirme yoluyla peyzajda suyun tutulması, kuraklık stresini ve yangına hassasiyeti azaltır.
- Yerel orman türleriyle yeniden ağaçlandırma hem ekosistemlerin toparlanmasını hem de uzun vadeli yangın direncini destekler.

- Su odaklı NBS uygulamaları; kırsal kalkınma, biyolojik çeşitliliğin korunması ve orman yangını yönetimini tek bir bütüncül yaklaşımda birleştirebilir.

Ek Örnek: Acara Topluluk Ormancılığı Uygulamaları (Gürcistan)

Resmî orman hizmetlerinin çalışmalarını tamamlayıcı nitelikte olan Acara'daki topluluk ormancılığı girişimleri, yangın sonrası yeniden ağaçlandırma, bakım ve yamaç koruma faaliyetlerine yerel halkın aktif katılımını sağlamaktadır. Köylerle yapılan sorumluluk ve bakım anlaşmaları kapsamında yürütülen çok türlü ağaçlandırma çalışmaları, erozyona uğramış yamaçların dengelenmesine katkı sunarken ormanlar üzerinde toplumsal sahiplenmeyi güçlendirmiştir. Yerel düzeyde yönetilen bu tür uygulamalar, küçük ölçekli ve düşük maliyetli müdahalelerin uzun vadeli dirençliliği artırabileceğini ve ormanların korunmasına yönelik kamusal katılımı teşvik edebileceğini göstermektedir.

3. Belediyeler için NBS'ye Yönelik Adım Adım Çerçeve

Aşağıda sunulan çerçeve, Acara Özerk Cumhuriyeti (Gürcistan) ve Kuzey Marmara'daki (Türkiye) belediyelerin Doğa Temelli Çözümleri (NBS) belirlemesi, planlaması ve uygulaması için pratik bir yol haritası sunmaktadır.

Her adım, Karadeniz Havzası ve Avrupa'daki benzer uygulamalardan örneklerle desteklenen teknik rehberliği bir araya getirerek, NBS'nin kavramsal düzeyden uygulamaya nasıl geçirilebileceğini ortaya koymaktadır. Süreç döngüseldir; belediyeler kurumsal ve teknik kapasiteleri geliştikçe adımları uyarlayabilir veya tekrar edebilir.

Adım 1 – Risklerin ve varlıkların değerlendirilmesi

Temel eylem:

Katılımcı risk haritalama, ekosistem hizmetleri değerlendirmesi ve veri toplama yoluyla yerel iklim ve tehlike bağlamının anlaşılması. Ormanlar, sulak alanlar, yamaçlar ve kıyılar gibi doğal varlıkların, uygun şekilde yönetilmeleri hâlinde hangi riskleri azaltabileceğinin belirlenmesi.

Bu adım neleri içerir:

- İklim ve tehlike verilerinin toplanması (taşkın haritaları, ısı stres alanları, heyelan envanteri).
- Yerel bilginin CBS ve uzaktan algılama verileriyle birleştirilmesi.
- Sızma kapasitesi, serinletme etkisi veya kıyı tamponlama gibi ekosistem hizmetlerinin haritalanması.
- Koruma işlevi gören kritik doğal altyapı unsurlarının belirlenmesi.

Örnek (Acara Özerk Cumhuriyeti – Gürcistan):

Kafkas Orman Koruma Projesi kapsamında, yerel yönetimler Khulo ve Shuakhevi çevresindeki (altı belediyeden ikisi) yamaç stabilitesi ve bitki örtüsü durumunu haritalamıştır. Yapılan analizler, son dönemde meydana gelen heyelanların %80'inin orman örtüsünün %25'in altına düştüğü alanlarda gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular doğrultusunda, orman restorasyonu alanları doğal risk tamponları olarak önceliklendirilmiştir.

(Orman temelli bu önlemlerin uygulanmasına ilişkin daha ayrıntılı bilgi için bkz. Bölüm 2.2 – Heyelan ve Erozyon Kontrolü, Kafkas Orman Koruma Projeleri.)

Adım 2 – Önceliklerin belirlenmesi

Temel eylem:

Belediye önceliklerini topluluk ihtiyaçları ve iklim hedefleriyle uyumlu olacak şekilde, öncelikle ele alınacak kırılganlıkların ve fırsatların tanımlanması.

Bu adım neleri içerir:

- Her belediye için en önemli 2–3 tehlikenin belirlenmesi amacıyla çok paydaşlı çalıştayların düzenlenmesi.
- Taşkın kontrolü + rekreasyon + biyolojik çeşitlilik gibi çoklu fayda üretebilen NBS'lerin değerlendirilmesi.
- Belirlenen önceliklerin belediyelerin kalkınma ve/veya iklim planlarıyla ilişkilendirilmesi.

Örnek (Marmara – Türkiye):

Sakarya ve Kocaeli’de, bölgesel yeşillendirme programları kapsamında yürütülen katılımcı planlama oturumları, yamaç dengesizliği ve kentsel ısı sorunlarının her iki belediye için de ortak öncelikler olduğunu ortaya koymuştur. Bu süreç, belediyelerin yamaç biyomühendisliği ve kentsel ağaç koridorları üzerinde ortak öncelikler belirlemesine olanak sağlamıştır. Ortak sorun alanlarına odaklanılması sayesinde, daha sonraki aşamada Marmara Belediyeler Birliği aracılığıyla ortak bölgesel finansman kaynaklarına erişim sağlanmıştır.

(Benzer katılımcı yaklaşımlar yoluyla bitki temelli çözümlerin önceliklendirildiği örnekler için bkz. Bölüm 2.2 – Heyelan ve Erozyon Kontrolü, Kentsel Isı ve Yaşanabilirlik.)

Adım 3 – Uygun NBS'nin seçilmesi

Temel eylem:

Her bir tehlikeyi en iyi şekilde ele alan doğa temelli önlemlerin; teknik uygulanabilirlik, bütçe ve arazi kullanımı kısıtları dikkate alınarak taranması, kısa listeye alınması ve yerel koşullara uyarlanması.

Bu adım neleri içerir:

- Tehlike–çözüm matrisi kullanılması (örn. taşkın → sulak alanlar; heyelan → bitkilendirme; kuraklık → yağmur suyu hasadı).
- Bitkilendirilmiş drenaj kanalları gibi hibrit “yeşil–gri” çözümlerin değerlendirilmesi.
- Çoklu faydaların, maliyet–fayda oranının ve bakım kapasitesinin analiz edilmesi.
- Olası pilot uygulama alanlarının belirlenmesi.

Örnek (Batum ve Kobuleti – Acara Özerk Cumhuriyeti, Gürcistan):

Bölgesel uyum planı kapsamında, taşkına duyarlı mahallelerde sulak alan restorasyonu ve su tutma parklarının uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Basit toprak geçirgenliği testleri ve yağmur suyu modellemeleri sonucunda, kullanılmayan iki alanın çok işlevli “sünger parklara” dönüştürülmesi için uygun olduğu belirlenmiştir. Bu müdahaleler, yoğun yağış dönemlerinde taşkın riskini yaklaşık %30 oranında azaltacak şekilde tasarlanırken, aynı zamanda mahalle sakinleri için yeşil rekreasyon alanları sunmuştur.

(Benzer yaklaşımlar için bkz. Bölüm 2.2 – Taşkın ve Ani Taşkın Yönetimi; Gorla Maggiore Su Parkı [İtalya] ve Kopenhag Yeşil Altyapı Uygulamaları [Danimarka].)

Adım 4 – Planlama ve tasarım

Temel eylem:

Seçilen NBS müdahalelerinin uygulanabilmesi için gerekli teknik, mali ve kurumsal planların geliştirilmesi.

Bu adım neleri içerir:

- Teknik bilgi notlarının ve ön tasarımların hazırlanması.
- Maliyetlerin ve bakım gereksinimlerinin tahmin edilmesi.
- Açık kurumsal rollerin tanımlanması (örn. bitkilendirme için çevre birimi, drenaj için altyapı birimi).
- Tasarımların nazım ve uygulama imar planları ile ulusal standartlarla uyumlaştırılması.
- Pilot projelerin öğrenme ve kapasite geliştirme platformları olarak kullanılması.

Örnek (Tekirdağ – Türkiye):

Kıyı kumulu restorasyon programı kapsamında belediye, tuz serpintisine dayanıklı bitkilendirilmiş kum çitleri ve kumul bitkileri tasarlamak üzere üniversitelerle iş birliği yapmıştır. Teknik dokümantasyon; topluluk katılımını (okullarla gerçekleştirilen dikim etkinlikleri) ve yıllık bakım planını da içerecek şekilde hazırlanmıştır.

(İlgili uygulamalar için bkz. Bölüm 2.2 – Kıyı ve Nehir Kıyısı Koruma; Tekirdağ'daki kumul stabilizasyonu çalışmaları ile İskoçya'daki Catterline Kıyısı tamamlayıcı tasarım yaklaşımları sunmaktadır.)

Adım 5 – Finansman ve uygulama

Temel eylem:

Tasarım aşamasından sahadaki uygulamaya geçiş için çeşitli finansman kaynaklarının ve ortaklıkların harekete geçirilmesi.

Bu adım neleri içerir:

- AB, ulusal ve özel sektör finansman olanaklarının araştırılması (Interreg, LIFE, KSS fonları).
- NBS bileşenlerinin mevcut belediye bütçelerine entegre edilmesi (örn. parklar, taşkın kontrolü, yollar).
- Kamu–özel sektör veya topluluk temelli ortaklıkların oluşturulması.
- Performansı ve toplumsal kabulü test etmek amacıyla küçük ölçekli pilot uygulamaların başlatılması.

Örnek (Yalova – Türkiye):

Yalova Belediyesi, kumul stabilizasyonu maliyetlerini düzenli kıyı bakım bütçesine (yıllık yaklaşık %1–3 pay) entegre ederken, yerel bir denizcilik şirketinden Kurumsal Sosyal Sorumluluk (KSS) desteği sağlamıştır. Bu hibrit finansman modeli, dış hibelere bağımlı olmadan uzun vadeli bakım ve sürekliliği güvence altına almıştır.

(NBS'nin etkin finansmanı ve çoklu faydalarına ilişkin daha fazla bilgi için bkz. Bölüm 2.2 – Taşkın ve Ani Taşkın Yönetimi; NAIAD Projesi kapsamındaki ekonomik değerlendirme çalışmaları, doğal sistemlerin hasar maliyetlerini nasıl azaltabildiğini ortaya koymaktadır.)

Adım 6 – İzleme ve bakım

Temel eylem:

Uzun vadeli performansı güvence altına almak amacıyla izleme sistemlerinin ve topluluk temelli bakım mekanizmalarının oluşturulması.

Bu adım neleri içerir:

- Ölçülebilir performans göstergelerinin (KPI) tanımlanması (örn. taşkın pik değerlerinin azaltılması, bitki örtüsü oranı, yüzey sıcaklığı).
- Sensör verileri, uydu görüntüleri ve vatandaş gözlemi uygulamalarının birlikte kullanılması.
- Bakım kılavuzlarının hazırlanması ve sorumlu belediye birimlerinin atanması.
- Sonuçların düzenli olarak gözden geçirilmesi ve elde edilen derslerin belediyenin planlama döngülerine entegre edilmesi.

Örnek (Batı Marmara ve Acara Özerk Cumhuriyeti):

Orman bakım programları kapsamında uygulanan topluluk temelli sahiplenme modeliyle, yerel gruplar ağaç bakımı ve yamaç izleme faaliyetlerinden sorumlu tutulmuştur. Bu katılımcı yaklaşım, bakım maliyetlerini %40 oranında azaltırken, dikim sonrası bitki örtüsünün tutunma ve yaşama oranlarını da artırmıştır.

(Bu yaklaşım, Bölüm 2.2 – Orman Yangını Riskinin Azaltılması başlığı altında yer alan Acara Topluluk Ormancılığı Uygulamaları örneğinde de gösterildiği üzere, yerel sahiplenmenin uzun vadeli bitki örtüsü dirençliliğini nasıl desteklediğini ortaya koymaktadır.)

Adım	Temel eylem	Çıktılar / Araçlar
1 – Risklerin ve varlıkların değerlendirilmesi	Katılımcı risk haritalama ve ekosistem hizmetleri değerlendirmesinin yürütülmesi.	Tehlike haritaları, ekosistem envanteri, paydaş haritası.
2 – Önceliklerin belirlenmesi	Topluluklarla birlikte temel kırılganlıkların ve ekosistem temelli fırsatların tanımlanması.	Afet risk azaltımı (ARA) ve Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ile uyumlu belediyeye özgü NBS hedefleri.
3 – Uygun NBS'nin seçilmesi	Tehlike-çözüm matrisinin kullanılması; yeşil ve gri önlemlerin birlikte değerlendirilmesi.	Kısa listeye alınmış NBS portföyü.
4 – Planlama ve tasarım	Teknik bilgi notlarının, maliyet-fayda tahminlerinin ve bakım planlarının hazırlanması.	Ön tasarım föyleri; Teknik Şartname (ToR) şablonları.
5 – Finansman ve uygulama	AB, ulusal, bölgesel, kamu-özel sektör ve topluluk eş finansman seçeneklerinin araştırılması.	Finansman planı; proje havuzu.
6 – İzleme ve bakım	KPI'ların belirlenmesi; yerel aktörlerle birlikte bakım rutinlerinin oluşturulması.	İzleme kayıt defteri; topluluk temelli işletme ve bakım (O&M) anlaşmaları.

4. Tehlikeye Özgü NBS Portföyleri

Bu bölüm, genel NBS planlama çerçevesini **Acara Özerk Cumhuriyeti (Gürcistan)** ve **Kuzey Marmara'daki (Türkiye)** belediyeler için **tehlike odaklı ve uygulamaya dönük bir rehber**e dönüştürmektedir. Bölümde, proje kapsamında yürütülen risk değerlendirmesinde belirlenen başlıca tehlikelere karşılık gelen **beş tematik portföy** sunulmaktadır: **taşkın ve ani taşkınlar, heyelan ve erozyon, kıyı taşkınları ve kıyı erozyonu, kuraklık ve sıcak hava dalgaları ile orman yangını riski.**

Her bir portföy aşağıdaki unsurları ele almaktadır:

- **yerel tehlike dinamikleri,**
- ilgili ortam için **en uygun NBS tipolojileri,**
- **uygulama ve bakım süreçlerine ilişkin** hususlar,
- **izleme göstergeleri ve gösterge niteliğindeki maliyetler.**

Bu portföyler bir arada ele alındığında, belediyelerin yerel koşullarına doğrudan yanıt veren doğa temelli müdahaleleri belirlemesi, tasarlaması ve önceliklendirmesi için **pratik bir referans araç seti** oluşturmaktadır. Bölüm, NBS-CORES Projesi kapsamında geliştirilen **Belediyelere Yönelik NBS Eylem Planı** (Faaliyet 1.3) ile **Kapasite Geliştirme Eğitim Programı'nı** (Faaliyet 1.4) tamamlayıcı niteliktedir.

4.1 Taşkınlar ve Ani Taşkınlar

Bağlam ve hedefler

Taşkınlar ve ani taşkınlar, hem **Acara Özerk Cumhuriyeti (Gürcistan)** hem de **Kuzey Marmara (Türkiye)** için en sık görülen ve en fazla hasara yol açan doğal tehlikeler arasında yer almaktadır.

Acara'nın dik ve dağlık havzalarında, şiddetli yağış olayları hızlı yüzey akışına ve nehir debilerinin ani artışına neden olmakta; bu durum yamaç instabilitelerini tetikleyerek altyapıda ciddi hasarlara yol açmaktadır. Marmara'nın yoğun yapılaşmış kentsel alanlarında ise geçirimsiz yüzeylerin fazlalığı ve yetersiz drenaj sistemleri, sık görülen yağış kaynaklı (plüvyal) taşkınlar, yol kapanmalarına ve mülkiyet kayıplarına neden olmaktadır.

Doğa Temelli Çözümler (NBS), belediyelere yağmur suyunun tutulması, geciktirilmesi ve filtrelenmesini sağlarken doğal hidrolojik işlevlerin yeniden kazandırılmasına katkı sunan düşük maliyetli, ölçeklenebilir ve çoklu fayda üreten seçenekler sunmaktadır. Temel hedef, kentsel ve kırsal müdahaleleri havza ölçeğinde bir araya getiren **entegre yeşil-mavi altyapı yaklaşımıyla, pik akışların ve taşkın riskinin azaltılmasıdır.**

Alan seçimi ve planlama ilkeleri

Taşkınlarla yönelik NBS'lerin planlanması sürecinde belediyelerin aşağıdaki hususları dikkate alması önerilir:

- **Hidrolojik akış yollarının haritalanması** – şiddetli yağışlar sırasında suyun doğal olarak hangi güzergâhlardan aktığının belirlenmesi (topografik ve uydu verileri kullanılarak).
- **Su tutma potansiyeli olan alanların belirlenmesi** – yeterince kullanılmayan kamu arazileri, açık alanlar, nehir kenarları ve alçak kotlu bölgeler.

- **Çok işlevli alanlara öncelik verilmesi** – kurak dönemlerde rekreasyon veya serinletme işlevi görebilen, yağışlı dönemlerde ise geçici su tutma alanı olarak kullanılabilen mekânlar.
- **Kentsel tasarımıyla bütünleşme** – drenaj koridorlarının, yeşil alanların ve yol ağlarının birbirine bağlanarak “sünger şehir” sistemlerinin oluşturulması.
- **İdari ölçekler arası eşgüdüm** – havza ölçeğinde planlama yapılması, taşkın riskinin mansap alanlara ötelenmesini önler.

Önerilen NBS tipolojileri

1. Taşkın ovası ve sulak alan restorasyonu

Doğal taşkın ovalarının ve sulak alanların yeniden işlevlendirilmesi yoluyla fazla suyun depolanması ve yüzey akışının yavaşlatılması hedeflenir.

Bu ekosistemler, taşkın piklerini sönümleyerek tortuları filtreler ve biyolojik çeşitliliği artırır. Kent çeperi alanlarında veya tarımsal alçak kotlu bölgelerde (örn. Kobuleti, Sakarya Nehri Havzası) uygulanabilir.

Temel uygulama adımları:

- Uygulanabilir olan alanlarda setlerin kaldırılması veya kotlarının düşürülmesi.
- Nehirlerin bitişik sulak alanlarla yeniden bağlantısının sağlanması.
- Kıyıların stabilizasyonu için yerel kıyı bitki türlerinin kullanılması.

Beklenen faydalar:

- Taşkın piklerinde %30–50’ye varan azalma.
- Su kalitesinin iyileştirilmesi ve yeraltı suyu beslenmesinin artırılması.

2. Kıyı tampon şeritleri ve bitkilendirilmiş koridorlar

Yerleşim alanları içinde ve çevresinde dere ve akarsu kıyıları ile drenaj hatları boyunca bitkilendirilmiş şeritlerin oluşturulması.

Bu alanlar sedimentleri tutar, infiltrasyonu artırır ve kesintisiz ekolojik koridorlar oluşturur.

Temel uygulama adımları:

- Eğim ve akış koşullarına bağlı olarak en az 10–30 m genişliğinde kıyı tampon alanlarının korunması,
- Yüksek neme uyumlu yerli ağaç ve çalı türlerinin kullanılması,
- Uygun olan alanlarda yürüyüş yolları veya doğrusal rekreasyon alanlarıyla birlikte tasarlanması.

Beklenen faydalar:

- Yüzey akışı ve erozyonun azaltılması; ek sosyal faydaların sağlanması.

3. Su tutma parkları ve yağmur bahçeleri (“sünger alanlar”)

Mevcut kentsel yeşil alanların, yağmur suyunu geçici olarak tutabilen çok işlevli alanlara dönüştürülmesi.

Bu yaklaşım, açık alanların sınırlı olduğu Batumi, İstanbul veya Yalova gibi yoğun yapılaşmış kentler için özellikle uygundur.

Temel uygulama adımları:

- Kamusal parkların sığ çöküntüler, bitki yağmur hendekleri (bioswale) ve geçirgen kaplamalar ile yeniden düzenlenmesi,

- Çim alanlar veya oyun alanları altında su tutma katmanlarının oluşturulması,
- Taşkın sırasında fazla suyun mevcut drenaj sistemlerine yönlendirilmesi.

Beklenen faydalar:

- Yerel ölçekte taşkın riskinin azaltılması (yağmur suyunun yaklaşık %20–40'ının tutulması),
- Yaz aylarında rekreasyon olanaklarının ve kentsel serinletme etkisinin artırılması.

4. Geçirgen sokaklar ve bitki yağmur hendekleri

Seçilen yol kesimleri, otopark alanları ve kaldırımların geçirgen kaplamalar ve bitkilendirilmiş yan kanallar (bitki yağmur hendekleri) ile dönüştürülmesi.

Bu yapılar, yağmur suyunu drenaj sistemine ulaşmadan önce yavaşlatır ve filtreler.

Temel uygulama adımları:

- Su birikmesinin sık yaşandığı sokaklarda pilot uygulamalar yapılması,
- Sızdırma hendeklerinin, yol kenarı ağaçları ve çim hendekleri ile birlikte kullanılması,
- Bakım kolaylığı gözetilerek tasarım yapılması (tortu tutucular, kontrol bacaları).

Beklenen faydalar:

- Yağmur suyu drenaj sistemleri üzerindeki yükün azaltılması ve su kalitesinin iyileştirilmesi,
- Isı adası etkisini azaltmaya yönelik “yeşil kent” uygulamalarıyla uyumun gösterilmesi.

5. Kaynak havzaları ve yamaç ağaçlandırması

Dağlık havzalarda (Acara Özerk Cumhuriyeti) ve üst alt havzalarda (Marmara), hedefli ağaçlandırma ve toprak koruma önlemleri suyun toprağa sızmasını artırır ve ani yüzey akışını azaltır.

Koruyucu ormanlar, yamaçları stabilize eden ve su akışını düzenleyen doğal “süngerler” gibi işlev görür.

Temel uygulama adımları:

- Akarsu üst kotlarında yer alan bozulmuş yamaçlarda yerli geniş yapraklı türlerin yeniden dikilmesi.
- Kontur boyunca dikim, canlı demetler ve küçük kontrol bentleri ile birlikte uygulanması.
- Bakım süreçlerine topluluk temelli ormancılık gruplarının dahil edilmesi.

Beklenen faydalar:

- Uzun vadede taşkın ve heyelan riskinin azaltılması, toprak verimliliğinin iyileştirilmesi.

Uygulama ve bakım hususları

- **Birimler arası koordinasyon:** Çevre, Altyapı ve Park–Bahçeler birimleri tasarımdan işletmeye kadar birlikte çalışmalıdır.
- **Hibrit yaklaşımlar:** NBS, geleneksel drenaj sistemleriyle birlikte düşünülmelidir (ör. su tutma havzalarının yağmur suyu hatlarına bağlanması).

- **Bakım:**

Bitkili yağmur hendekleri ve yağmur bahçelerinin yağışlı sezon öncesinde mevsimsel temizliği,

- Bitkilerin yılda bir kez yeniden dikimi veya budanması,
- Basit arazi testleriyle sızma kapasitesinin izlenmesi.

- **Toplumsal katılım:** Farkındalık ve küçük ölçekli bakım faaliyetleri için yerel halk sürece dahil edilmelidir (ör. “Adopt-a-Park” veya “River Guardian” uygulamaları).

İzleme göstergeleri (KPI'lar)

- Taşkın pik debisindeki azalma (%).
- Restore edilen geçirgen veya bitkilendirilmiş yüzey alanı (m²).
- Yağmur suyu tutma kapasitesi (m³).
- Taşkın olaylarının veya yol kapanmalarının sıklığı (yıl başına).
- Toplumsal memnuniyet endeksi (anketlere dayalı).

Gösterge niteliğindeki maliyetler ve finansman seçenekleri

- **Küçük ölçekli kentsel NBS'ler:** 20–60 €/m² (bitkili yağmur hendekleri, yağmur bahçeleri, geçirgen kaplamalar).
- **Sulak alan veya taşkın ovası restorasyonu:** Toprak yapısı ve bitki örtüsüne bağlı olarak 5.000–15.000 €/ha.
- **Ağaçlandırma / yamaç stabilizasyonu:** 2.000–6.000 €/ha (iş gücü yoğun, ancak yerel kaynaklara dayalı).

Finansman şu kaynaklardan sağlanabilir:

- Belediyelerin parklar, drenaj veya çevre koruma bütçeleri.
- Ulusal iklim uyumu veya afet risk azaltma programları.
- AB ve uluslararası fonlar (Interreg, LIFE, Green City Facility).
- Pilot alanlar için KSS (Kurumsal Sosyal Sorumluluk) fonları veya kamu–özel sektör ortaklıkları.

Özetle, **taşkın odaklı NBS'ler** tek başına yürütülen yeşil projeler olarak değil; havza ölçeğinde bir dirençlilik sisteminin bileşenleri olarak ele alınmalıdır. Bu yaklaşım; yukarı havzalardaki arazi yönetimini, kentsel yağmur suyu tutma uygulamalarını ve kıyı drenajını birbirine bağlar. Doğal hidrolojik işlevlerin yeniden tesis edilmesiyle belediyeler taşkın riskini azaltabilir, biyolojik çeşitliliği artırabilir ve toplulukları için daha sağlıklı, daha serin ve daha yaşanabilir çevreler oluşturabilir.

4.2 Heyelanlar ve Erozyon

Bağlam ve hedefler

Heyelanlar ve toprak erozyonu, **Acara Özerk Cumhuriyeti (Gürcistan)** ile **Kuzey Marmara'daki (Türkiye)** birçok belediye için kronik riskler oluşturmaktadır. Acara bölgesinde dik topoğrafya, yoğun yağışlar ve ormansızlaşma; yolları, yerleşimleri ve su altyapısını etkileyen sık yamaç hareketlerine yol açmaktadır. Marmara'da ise dengesiz kıyı yamaçlarında yapılan yapılaşma, mevsimsel fırtınalarla birleştiğinde yüzey erozyonu ve yerel ölçekte kaymalara neden olmaktadır.

Bu NBS portföyünün temel amacı; belediyeler için erişilebilir ve ölçeklenebilir doğa temelli ve biyomühendislik önlemleri aracılığıyla **yamaçların stabilize edilmesi, sızmanın artırılması ve bitki örtüsünün sürekliliğinin sağlanmasıdır.**

Alan seçimi ve planlama ilkeleri

- **Yüksek riskli yamaçların belirlenmesi:** Heyelan envanterleri, yağış verileri ve topografik modeller (>%25 eğim) kullanılarak öncelikli alanların tespit edilmesi.
- **Toprak ve arazi kullanım türünün değerlendirilmesi:** Yerleşimlere yakın killi veya bozulmuş topraklar en kırılgan alanlardır; ormansızlaşmış alanlar veya yol yarmaları önceliklendirilmelidir.
- **Önleme ve azaltmanın birlikte ele alınması:** Hem yukarı havzada (kaynak kontrolü) hem de yamaç eteklerinde (enerji sönmüleme ve drenaj) müdahalelerin uygulanması.
- **Arazi kullanım planlamasıyla entegrasyon:** Aktif veya yüksek derecede dengesiz alanlarda yeni yapılaşmadan kaçınılması; yapılaşmış alanlar ile doğal alanlar arasında bitkisel tampon bölgelerin teşvik edilmesi.
- **Yerel toplulukların sürece dâhil edilmesi:** Çiftçiler ve bölge sakinleri, düşük maliyetli bitkisel stabilizasyon ve bakım çalışmalarına katkı sağlayabilir.

Önerilen NBS tipolojileri

1. Bitkisel yamaç stabilizasyonu ve biyomühendislik

Toprağı bağlayan ve yüzey akışını azaltan derin köklü yerli bitki örtüsü ile yamaçların güçlendirilmesi.

Dayanıklılık için mekanik ve biyolojik unsurların birlikte kullanılması.

Temel uygulama adımları:

- Canlı demetler, dal katmanları ile güçlendirme (brush layering), bitkilendirilmiş kafes duvarlar veya kontur boyunca çalı çit şeritleri kullanımı.
- Yerel yağış koşullarına uygun karışık yerli türlerin (söğüt, kızılâğaç, meşe, dişbudak) seçilmesi.
- Küçük yüzey drenajları veya taş kaplı kontur hendekleri ile birlikte uygulanması.

Beklenen faydalar:

- Yüzeysel heyelanların ve toprak kaybının azaltılması; yamaç geçirgenliğinin artırılması.

2. Koruyucu ormanlar ve “yeşil kuşak” ormanları

Erozyona eğilimli yamaçlarda ve yerleşimlerin üst kesimlerinde koruyucu ormanların oluşturulması veya restore edilmesi.

Bu ormanlar yağışı karşılayarak damla etkisini azaltır, sızmayı artırır ve uzun vadeli yamaç stabilizatörleri olarak işlev görür.

Temel uygulama adımları:

- Bozulmuş yamaçların yerli, çok katmanlı türlerle yeniden ağaçlandırılması.
- Yağmur damlası etkisini en aza indirmek için tepe örtüsü yoğunluğunun %60'ın üzerinde tutulması.
- Yüzey örtüsü ve biyolojik çeşitlilik için alt tabaka çalı türlerinin dâhil edilmesi.

Beklenen faydalar:

- Uzun vadeli toprak stabilizasyonu, karbon tutumu ve su dengesinin iyileştirilmesi.

3. Teraslama ve bitkilendirilmiş bermeler

Orta eğimli yamaçlarda toprağı tutmak ve yüzey akışını yavaşlatmak amacıyla küçük ölçekli kontur terasları ve bitkilendirilmiş bermeler oluşturulması.

Bu yaklaşım, tarımsal alanlar ve kent çeperlerindeki yamaçlar için uygundur.

Temel uygulama adımları:

- Kontur çizgilerini takip eden sığ ($\leq 0,5$ m) terasların tasarlanması.
- Oyuntu oluşumunu önlemek için çayır bitkileri veya çalılarla güçlendirilmesi.
- Doygunluğu önlemek amacıyla belirli aralıklarla drenaj çıkışlarının entegre edilmesi.

Beklenen faydalar:

- Erozyon hızında azalma (saha uygulamalarında %40–60'a kadar).
- Tarımsal üretim veya bitki örtüsü için toprak neminin artması.

4. Kıyı ve sel yatağı rehabilitasyonu

Aşağı havzalarda taşkınları tetikleyen sediment yüklerini azaltmak amacıyla, erozyona uğramış sel yataklarının ve dere/nehir kıyılarının bitkisel ve doğal malzemeler kullanılarak stabilize edilmesi.

Temel uygulama adımları:

- Kütük, gabyon veya canlı dal malzemelerinden kontrol bentleri kurulması.
- Periyodik taşkınlara dayanıklı kıyı bitki türlerinin dikilmesi.
- Sediment girişini kontrol etmek için yukarı havzada yeniden bitkilendirme ile birlikte uygulanması.

Beklenen faydalar:

- Sediment kontrolü, su kalitesinin iyileştirilmesi ve aşağı havzalarda birikimin azaltılması.

5. Yol yarmaları ve kentsel yamaçlarda yeşil altyapı

Yollar ve istinat duvarları gibi belediye altyapıları, çıplak bırakıldığında çoğu zaman erozyonu hızlandırmaktadır.

Mühendislik yapılarının yamaçlarına bitki örtüsünün entegre edilmesi, yüzey akışını azaltır ve görsel kaliteyi iyileştirir.

Temel uygulama adımları:

- İstinatlı yamaçlarda hidroseeding (püskürtme çim) veya modüler yeşil panellerin uygulanması.
- Yamaç eteklerinde bitkilendirilmiş drenaj kanallarının tesis edilmesi.

- İnce toprak tabakalarını stabilize etmek için tohumlu geotekstillerin kullanılması.

Beklenen faydalar:

- Yollar için bakım maliyetlerinin azalması; kentsel alanlarda daha serin mikro iklimlerin oluşması.

Uygulama ve bakım hususları

- **Aşamalı uygulama:** Yöntemleri ve türleri test etmek için orta ölçekli pilot yamaçlarla başlanması; ardından belediye programları aracılığıyla yaygınlaştırılması.
- **Drenaj yönetimi:** Doygunluğu önlemek amacıyla NBS'lerin uygun yüzey ve yeraltı drenaj sistemleriyle birlikte uygulanması.
- **Bakım:**
 - Şiddetli yağışlar sonrasında mevsimsel budama ve yeniden dikim yapılması.
 - Drenaj çıkışlarının ve küçük kontrol bentlerinin düzenli olarak temizlenmesi.
 - Bitki örtüsünün zayıfladığı alanlarda toprak takviyesi ve malçlama yapılması.
- **İzleme:** Yamaç stabilitesi ve bitki sağlığını takip etmek için görsel incelemeler, fotoğraf noktaları ve basit inklinometrelerin kullanılması.
- **Kapasite geliştirme:** Belediyelerde görevli personelin ve yerel yüklenicilerin biyomühendislik teknikleri konusunda kısa süreli arazi eğitimleriyle eğitilmesi.

İzleme göstergeleri (KPI'lar)

- Stabilize edilen yamaç alanı (ha veya m²).
- Bitki tutma oranı (ilk yıl sonunda, %).
- Kayıt altına alınan küçük ölçekli heyelan veya erozyon olaylarında azalma (%).
- Yakın akarsulardaki sediment yükünde azalma (mg/L).
- Toplumsal katılım (katılan hane sayısı).

Gösterge niteliğinde maliyetler ve finansman seçenekleri

- **Bitkisel yamaç stabilizasyonu:** 5–15 €/m² (malzeme ve işçilik dâhil).
- **Ağaçlandırma:** Tür ve dikim yoğunluğuna bağlı olarak 2.000–6.000 €/ha.
- **Sel yatağı rehabilitasyonu / kontrol bentleri:** Birim başına 500–2.000 €.

Olası finansman kaynakları:

- Belediyelerin çevre veya kamu hizmetleri bütçeleri.
- Ulusal afet risk azaltımı veya ağaçlandırma programları.
- Ekosistem temelli afet risk azaltımını destekleyen bölgesel veya AB fonları.
- Aynı topluluk katkıları (iş gücü, fidan vb.).

Özetle, NBS yoluyla heyelan ve erozyonun kontrolü, yalnızca maliyetli gri altyapıya dayanmak yerine bitki örtüsünün ve doğal hidrolojinin yeniden tesis edilmesine dayanır. Orman koruma, biyo-mühendislik uygulamaları ve topluluk katılımının birlikte ele alınmasıyla belediyeler yamaç güvenliğini sağlayabilir, altyapıyı koruyabilir ve uzun vadeli ekonomik ve sosyal faydalarla yerel ekosistemleri güçlendirebilir.

4.3 Kıyı Taşkınları ve Erozyon

Bağlam ve amaçlar

Kıyı taşkınları ve kıyı çizgisi erozyonu, Karadeniz ve Marmara kıyıları boyunca giderek artan riskler oluşturmaktadır.

Kuzey Marmara’da hızlı kentleşme, liman gelişimi ve değişen sediment akışları doğal kıyı savunma mekanizmalarını zayıflatmış; fırtına kabarmaları ise alçak kotlu kıyı alanlarını giderek daha sık su altında bırakmaya başlamıştır.

Doğa Temelli Çözümler (NBS), belediyelere **kıyılarının doğal tamponlama kapasitesini yeniden kazandırmak**, erozyonu azaltmak ve biyolojik çeşitliliği artırmak için maliyet-etkin ve uyarlanabilir araçlar sunmaktadır.

Bu yaklaşımın amacı; dalga enerjisini sönmeyen, taşkın sularını depolayan ve ekosistem hizmetlerini sürdüren bitki örtüsü, kumullar, sulak alanlar ve doğal malzemeleri bir araya getiren **“yaşayan kıyılar”**ın yeniden tesis edilmesidir.

Alan seçimi ve planlama ilkeleri

- **Kıyı dinamiklerinin haritalanması:** CBS ve arazi verileri kullanılarak erozyon “sıcak noktalarının”, sediment taşınım yönlerinin ve fırtına–taşkın alanlarının belirlenmesi.
- **Doğayla uyumlu alanların önceliklendirilmesi:** Betonla ağır biçimde tahkim edilmiş alanlar yerine, doğal kumulların, sulak alanların veya haliçlerin restore edilebileceği bölgelerin tercih edilmesi.
- **Arazi kullanım planlaması ile entegrasyon:** Kıyı geri çekilme hatlarının tanımlanması ve yüksek riskli taşkın bölgelerinde yeni yapılaşmanın sınırlandırılması.
- **Yapısal ve doğa temelli koruma yaklaşımlarının birlikte ele alınması:** Gerekli durumlarda NBS’nin düşük etkili mühendislik çözümleriyle (örn. batık resifler veya geçirgen dalgakıranlar) desteklenmesi.
- **Yerel paydaşların sürece dahil edilmesi:** Kumulların korunması ve plaj temizliği konularında yerel topluluklar ve turizm işletmeleriyle iş birliği geliştirilmesi.

Önerilen NBS tipolojileri

1. Kumul rehabilitasyonu ve bitkilendirilmiş tampon alanlar

Bozulmuş kumul sistemlerinin, fırtına kabarmalarına ve rüzgâr erozyonuna karşı doğal bariyerler olarak yeniden işlevlendirilmesi.

Bitki örtüsü kumu tutar, dalga enerjisini sönmeler ve plaj estetiğini korur.

Temel uygulama adımları:

- Kumulların doğal eğimlere göre yeniden şekillendirilmesi (1:5–1:10).
- Yerel kumul bitkilerinin (örn. sahilotu, cicora) dikilmesi ve biyobozunur kum çitlerinin kurulması.
- Ahşap yürüyüş yolları ve bilgilendirici levhalarla ayak basmanın sınırlandırılması.

Beklenen faydalar:

- Erozyon hızlarında %40'a varan azalma; kıyı stabilitesinin ve biyolojik çeşitliliğin iyileşmesi.

2. Kıyı sulak alanları ve bataklıkların restorasyonu

Nehir ağızları ve deltalar yakınındaki gelgit etkili veya lagün karakterli sulak alanların (örn. Çoruh Nehri) yeniden işlevlendirilmesi.

Sulak alanlar taşkın sularını tamponlar, kirleticileri filtreler ve kuşlar ile balıklar için kritik yaşam alanları sağlar.

Temel uygulama adımları:

- Sulak alanların gelgit akımları ve tatlı su girişleriyle yeniden bağlantısının sağlanması.
- İşlevini yitirmiş setlerin kaldırılması veya menfezlerin açılarak su değişiminin artırılması.
- İstilacı türlerin kontrol altına alınması ve yerel bataklık bitkilerinin (örn. kamış, hasır otu) teşvik edilmesi.

Beklenen faydalar:

- Fırtına kabarmasının etkilerinin azaltılması ve su kalitesinin iyileştirilmesi; biyolojik çeşitlilikte artış.

3. Yaşayan kıyılar (bitkilendirilmiş deniz duvarları ve resifler)

Katı ve rijit deniz duvarlarının, bitki örtüsü, doğal altlıklar ve habitat bileşenlerini bir araya getiren doğa temelli mühendislik yaklaşımlarıyla dönüştürülmesi veya iyileştirilmesi.

Temel uygulama adımları:

- Mevcut deniz duvarlarının önünde, tuza dayanıklı bitkilerin gelişimini destekleyecek sığ teraslar oluşturulması.
- Uygun alanlarda, dalga enerjisini azaltmak ve sediment tutulumunu artırmak amacıyla istiridye veya midye resiflerinin entegre edilmesi.
- Habitat dostu, pürüzlü yüzeylere sahip modüler beton blokların kullanılması.

Beklenen faydalar:

- Dalga yansımasının ve oyulmanın (scouring) azalması; habitat değerinin artması.

4. Kıyı ve deltaik tampon bölgeler

Nehir ağızları ve haliç deltalarının, doğal bitki örtüsü ve sediment akışlarının yeniden sağlanması yoluyla korunması.

Temel uygulama adımları:

- Yapılaşmamış taşkın alanlarının korunması ve yan kolların nehir sistemiyle yeniden bağlantısının sağlanması.
- Yukarı havzada sediment dostu nehir yönetiminin teşvik edilmesi (aşırı taramadan kaçınılması).
- Havza genelinde ağaçlandırma veya yamaç stabilizasyonu uygulamalarıyla birlikte ele alınması.

Beklenen faydalar:

- Deltaların uzun vadeli dirençliliğinin artması; limanlarda sedimentasyonun azalması, aşağı havzalarda erozyon riskinin düşmesi.

5. Kentsel kıyı yeşillendirmesi ve geçirgen promenadlar

Sert kıyı yapılarının kaçınılmaz olduğu alanlarda, NBS ilkelerinin kentsel tasarıma entegre edilmesi.

Temel uygulama adımları:

- Deniz duvarlarının gerisinde geçirgen kaplamaların ve drenaj bahçelerinin kullanılması.
- Gölgeleme ve toprağın tutulması için tuza dayanıklı çalı ve ağaçların dikilmesi.
- Dönemsel su basmasına izin veren yükseltilmiş platformlar veya teraslı oturma alanlarının tasarlanması.

Beklenen faydalar:

- Geliştirilmiş drenaj, mikro iklim ve rekreasyonel değer; yağmur suyunun kısmen tutulması.

Uygulama ve bakım hususları

- **Aşamalı uygulama:** Tür ve yapısal dayanıklılığı test etmek amacıyla 1–3 ha büyüklüğünde pilot kumul veya sulak alan restorasyon sahalarıyla başlanması.
- **Hibrit tasarımlar:** Kritik altyapı alanlarında (limanlar, yollar) NBS'nin seçici mühendislik güçlendirmeleriyle birlikte kullanılması.
- **İzleme:**
 - Drone görüntüleri veya GPS kesitleri kullanılarak yıllık kıyı çizgisi ölçümlerinin yapılması.
 - Bitki örtüsü oranı ve kumul yüksekliğinin düzenli olarak ölçülmesi.
 - Fırtına sezonu öncesi ve sonrası fotoğrafla izleme yapılması.
- **Bakım:**
 - Fırtınalar sonrası zarar gören bitki örtüsü veya çitlerin yenilenmesi.
 - İstilacı türlerin ve atıkların kontrolü.
 - Yerel sediment kullanılarak periyodik kum beslemesi yapılması.
- **Paydaş katılımı:**
 - Okulların, STK'ların ve turizm aktörlerinin kumul bakımı ve vatandaş bilimi çalışmalarına dâhil edilmesi.
 - Rekreasyon ile korumayı ilişkilendiren “adopt-a-beach” programlarının teşvik edilmesi.

İzleme göstergeleri (KPI'lar)

- Kıyı çizgisi geri çekilme veya birikim hızı (m/yıl).
- Restore edilen kumul/sulak alan habitat alanı (ha).
- Bitki örtüsü oranı (%) ve tür çeşitliliği.
- Fırtına kaynaklı hasar olaylarında veya bakım maliyetlerinde azalma.
- Kıyı koruma faaliyetlerine toplumsal katılım (gönüllü sayısı).

Gösterge niteliğinde maliyetler ve finansman seçenekleri

- **Kumul rehabilitasyonu:** Çit sistemi ve bitki türlerine bağlı olarak 10.000–25.000 €/ha
- **Sulak alan restorasyonu:** Hidrolojik müdahaleler dâhil 8.000–20.000 €/ha
- **Yaşayan kıyı uyarlamaları:** 1.000–2.000 €/m

Olası finansman kaynakları:

- Belediyelerin kıyı koruma veya turizm–çevre bütçeleri
- Ulusal iklim uyum ve biyolojik çeşitlilik programları
- AB fonları: Interreg, LIFE, Avrupa Denizcilik ve Balıkçılık Fonu (EMFF)
- Bakımın birlikte yürütülmesi için turizm işletmeleriyle kamu–özel sektör ortaklıkları

Özetle, kıyı NBS'leri; kumullar, sulak alanlar, resifler ve bitkisel tamponlar gibi kıyının doğal savunma sistemlerini yeniden işlevsel hâle getirerek, maliyetli sert altyapı çözümlerine sürdürülebilir alternatifler sunar.

Bu doğa temelli yaklaşımlar yerel kıyı yönetim planlarına entegre edildiğinde, Marmara ve Acara'daki belediyeler hem can ve mal güvenliğini hem de ekosistemleri korurken, kıyı alanlarının çekiciliğini ve dirençliliğini eş zamanlı olarak artırabilir.

4.4 Kuraklık, Su Kıtlığı ve Sıcak Hava Dalgaları

Bağlam ve hedefler

Kuzey Marmara'daki belediyeler, kapalı yüzeyler, nüfus artışı ve sınırlı su depolama kapasitesi nedeniyle giderek artan kentsel ısı stresi ve su kıtlığı ile karşı karşıyadır.

Acara'da alt vadiler, zirve sulama ve turizm talebi ile çakışan mevsimsel kuraklıklar yaşamaktadır.

Bu NBS portföyünün amacı, kentsel ve çeper alanlarda daha fazla suyun tutulmasını sağlamak, infiltrasyonu ve yeraltı suyu beslenmesini artırmak, kullanılabilir olmayan suları yeniden kullanmak ve bütünleşik yeşil–mavi altyapı ile ısı yüklerini azaltmaktır.

Alan seçimi ve planlama ilkeleri

- **Hidrolojik “sünger” haritalama:** Yağmur suyu hasadı veya geçici su tutma için uygun çatıların, avluların, spor komplekslerinin ve kamusal alanların belirlenmesi.
- **Serin koridorlar:** Okullar, meydanlar, ulaşım merkezleri ve kıyı bölgelerini birbirine bağlayan, gölgelikli ve bitkilendirilmiş kentsel bağlantıların planlanması, havalandırma ve soğutmayı destekler.
- **İnfiltrasyon alanları:** Park yerleri, yol refüjleri ve kent çeperi arazilerinin biyolojik tutma havuzları veya Yönetilen Akifer Beslemesi (MAR) sistemleri için seçilmesi.
- **Su kullanım zonlaması:** Mümkün olduğunda içme ve içme dışı şebekelerin ayrılması, geri kazanılmış veya hasat edilmiş suyun sulama, cadde temizliği veya park bakımında kullanılmasını sağlar.

Önerilen NBS Tipolojileri

A. Su Tutma ve Yeniden Kullanım (Kentsel–Kent Çeperi)

1. Yağmur suyu hasadı ve depolama çatıları

Kamu binaları ve okullardan yağmur suyunun depolama tankları veya tutma katmanlı “akıllı” yeşil çatılar aracılığıyla toplanması.

- *Temel unsurlar:* filtrasyon, sediment tutucular, seviye sensörleri, taşan suyun biyolojik tutma alanlarına yönlendirilmesi.
- *Faydalar:* sulama talebinde %20–50 azalma, yağmur suyu zirvelerinin düşürülmesi.

2. Merkezi olmayan gri su sulak alanları (yapay sulak alanlar)

Okullar, spor tesisleri ve hastaneler gibi içme suyu dışı uygulamalarda gri suyun yeniden kullanımına yönelik küçük ölçekli arıtma sulak alanları.

- *Temel unsurlar:* ön çökeltme tankları, bitkilendirilmiş filtreler, su kalitesi izleme.
- *Faydalar:* belediye bakımında içme suyu kullanımının azaltılması.

3. İnfiltrasyon parkları ile Yönetilen Akifer Beslemesi (MAR)

Kentsel parklar veya kent çeperlerinde, bitki yağmur hendekleri ve geçirgen yüzeylerle bağlantılı infiltrasyon havuzları.

- *Temel unsurlar:* perkolasyon testleri, su kalitesi kontrolleri, taşan suyun akarsulara yönlendirilmesi.
- *Faydalar:* yeraltı suyu beslemesinin artırılması, akiferlerin stabilizasyonu.

4. Toprak neminin korunması (kent çeperi/tarım)

Yol kenarları veya tarla sınırlarında malçlama, organik toprak zenginleştirme, mikro-teraslar ve bitkilendirilmiş yağmur hendekleri gibi tekniklerin uygulanması.

- *Faydalar:* toprak neminin artması, erozyonun azalması, ürünlerin dayanıklılığının yükselmesi.

B. Kentsel soğutma ve ısı riskinin azaltılması

1. Serin koridorlar

Bitki yağmur hendekleri ve hasat edilmiş veya geri kazanılmış su ile yeraltı sulaması yapılan, ağaçlarla gölgelendirilmiş yollar.

- *Temel unsurlar:* yüksek yaprak alanına sahip türler, kuraklığa dayanıklı ağaçlar, rüzgâr akışı boşlukları.
- *Faydalar:* yüzey sıcaklığında 2–4°C düşüş, yaya konforunun iyileştirilmesi.

2. Depolama katmanlı yeşil çatı ve duvarlar

Yeşil çatı uygulamaları için kamu binalarına (okullar, ulaşım merkezleri, hastaneler) öncelik verilmesi.

- *Temel unsurlar:* yüksek su tutma kapasitesine sahip hafif substratlar; taşan suyun biyolojik tutma alanlarına yönlendirilmesi.
- *Faydalar:* soğutma yüklerinde azalma, yüzey akışının gecikmesi, estetik ve biyolojik çeşitliliğin iyileştirilmesi.

3. Cep parklar ve gölgelikli meydanlar

Küçük geçirimsiz alanların, geçirgen zeminler ve yerli ağaçlarla gölgelikli mini parklara dönüştürülmesi.

- *Temel unsurlar:* $\geq 40\%$ gölgelik alan, geçirgen malzemeler, entegre yağmur suyu hasadı.
- *Faydalar:* yerel soğutma, yaşam kalitesinin iyileştirilmesi, sosyal ve turizm değeri.

4. Buharlaşmalı soğutma için mavi ögeler

Meydanlar ve kıyı bölgelerinde içme suyu dışı veya geri kazanılmış su kullanılarak oluşturulan sığ su kanalları veya sisleme sistemleri.

- *Faydalar:* lokal soğutma sağlanması ve kamusal alan estetiğinin artırılması.

Uygulama ve bakım hususları

- **Çift şebeke sistemleri:** Mümkün olduğunda içme ve içme dışı su devrelerinin ayrılması (sulama ve cadde temizliği için).
- **Düşük bakım gerektiren sistemler:** Düzenli filtre temizliği, bitki kontrolleri, sediment giderimi ve verimli sulama için nem sensörleri.
- **Kademeli uygulama:** Kamu tesisleri (okullar, belediye çatıları, avlular) ve yüksek görünürlüklü yaya koridorları ile başlanması.
- **Taşkın yönetimi amaçlı NBS ile uyum:** Bu sistemlerin birçoğu (bitki yağmur hendekleri, geçirgen kaplamalar) aynı zamanda taşkınları da azaltır.
- **Kapasite geliştirme:** Belediye personeli ve yerel yüklenicilerin yağmur suyu hasadı, Yönetilen Akifer Beslemesi (MAR), yeşil çatı uygulamaları ve akıllı sulama yöntemleri konusunda eğitilmesi.

İzleme Göstergeleri (KPI'lar)

- Hasat edilen/yeniden kullanılan su hacmi ($m^3/yıl$).
- Geçirgen/yeşil altyapı alanı (m^2) ve depolama kapasitesi (m^3).
- Belediye amaçlı içme suyu kullanımındaki azalma (%).
- Yaz aylarındaki ortalama yüzey sıcaklığı ($^{\circ}C$).
- Ana yaya güzergahlarındaki gölgelik alan oranı (%).
- Kullanıcı memnuniyeti ve erişilebilirlik indeksi (anket bazlı).

Gösterge niteliğinde maliyetler ve finansman seçenekleri

- **Yağmur suyu hasadı (kamu binaları):** 40–120 €/m² çatı alanı.
- **Tutma katmanlı yeşil çatılar:** Yük ve tasarıma bağlı olarak 60–150 €/m².
- **Bitki yağmur hendekleri / infiltrasyon şeritleri:** 20–60 €/m².
- **Küçük gri su sulak alanları:** 200–500 €/m² aktif filtre alanı.

Finansman kaynakları:

Belediye park, drenaj veya su birimleri; ulusal iklim uyum ve afet riski azaltma programları; AB fonları (Interreg, LIFE); “serin koridorların” ortak bakımı için özel sektör veya turizm sektörü ortaklıkları.

Özetle, su toplama, infiltrasyon, yeniden kullanım ve gölgeleme sistemlerini entegre etmek, belediyelerin aynı altyapı ile **hem kuraklık hem de ısı stresini** azaltmasını sağlar. Kentleri işlevsel “yeşil–mavi süngerler” hâline getirerek, yerel yönetimler su kaynaklarını güvence altına alabilir, sıcaklık aşırılıklarını düşürebilir ve Acara ile Marmara bölgelerinde kentsel yaşam kalitesini artırabilir.

4.5 Orman Yangını Riskinin Azaltılması

Bağlam ve Hedefler

Büyük ölçekli orman yangınları, taşkınlar veya heyelanlar kadar sık görülmesine de **Batı Marmara** ve **Acara Özerk Cumhuriyeti**’nin dağ ormanları, daha sıcak ve kurak yazlar ile insan kaynaklı baskılar (turizm, kontrolsüz yakıt yükleri) nedeniyle artan yangın riskiyle karşı karşıyadır.

Doğrudan zararın ötesinde, yangın sonrası erozyon ve taşkınlar çevresel ve altyapısal etkileri daha da artırır.

Doğa Temelli Çözümler (NBS), **yakıt yönetimi, peyzaj bağlantısının sağlanması ve yangın sonrası iyileşme** için maliyet-etkin stratejiler sunarak hem önlem hem de dirençliliği artırır.

Alan seçimi ve planlama ilkeleri

- **Risk haritalama:** Arazi örtüsü verileri ve geçmiş yangın kayıtları kullanılarak, yerleşim alanları, yollar veya enerji hatları yakınındaki yüksek riskli bölgelerin belirlenmesi.
- **Bitki örtüsü yapısı:** Yanma riski yüksek bakımsız ormanlara, terk edilmiş meyve bahçelerine ve dik, kuru yamaçlara odaklanılması.
- **Zonlama:** Yerleşim alanları çevresinde ve erişim yolları boyunca yakıt azaltma tamponlarının tasarlanması.
- **Entegrasyon:** NBS’nin sivil savunma yangın koridorları ve erken uyarı sistemleri ile entegre edilmesi.
- **Toplum katılımı:** Yerel halkın ve orman kullanıcılarının gözetim, kontrollü otlatma ve bakım çalışmalarına dahil edilmesi.

Önerilen NBS Tipolojileri

1. Ekolojik seyreltme ve mozaik bitki örtüsü

Ağaç, çalı ve açıklıkların dönüşümlü olarak düzenlenmesi yoluyla biyolojik çeşitlilik korunurken yakıt sürekliliğinin azaltılması.

- **Eylemler:** Yoğun meşcerelerde seçici seyreltme yapılması, alt dalların budanması, farklı yaş ve türlerden oluşan karışık yapıların teşvik edilmesi.
- **Faydalar:** Yangın şiddeti ve yayılımının azalması; orman sağlığı ve dirençliliğinin iyileştirilmesi.

2. Yeşil yangın şeritleri ve yakıt tampon bölgeleri

Yollar, enerji iletim hatları veya yerleşim sınırları boyunca düşük yanıcılığa veya yangına dayanıklılığa sahip bitki örtüsünden şeritlerin oluşturulması.

- *Eylemler:* Yüksek nem içeriğine sahip türlerin (ör. yaprak döken ağaçlar, bodur çalılar) dikilmesi.
- Eğim ve yakıt türüne bağlı olarak 20–50 m genişliklerin korunması.
- *Faydalar:* Yüzey yangınlarının yavaşlatılması veya durdurulması; biyolojik çeşitlilik ve rekreasyon koridoru işlevi görmesi.

3. Alt tabaka yönetimi için kontrollü otlatma

Yangına hassas yamaçlarda kuru ot ve çalıların yönetilmesi amacıyla, gözetim altında hayvanların (koyun, keçi) kullanılması.

- *Eylemler:* Yangın riskinin en yüksek olduğu dönemlerden önce, otlatma rotasyonlarının ve mevsimsel zamanlamanın tanımlanması.
- *Faydalar:* Düşük maliyetli bitki örtüsü kontrolü; yerel geçim kaynaklarının desteklenmesi.

4. Yangına dayanıklı yerli türlerle yeniden ağaçlandırma

Yangın sonrası alanlarda veya bozulmuş bölgelerde, düşük reçine içeriğine ve derin kök sistemlerine sahip, karışık yerli yaprak döken türler kullanılarak yeniden dikim yapılması.

- *Örnekler:* Meşe (*Quercus* spp.), kestane (*Castanea sativa*), dişbudak (*Fraxinus excelsior*).
- *Faydalar:* Yamaç stabilitesinin artırılması, karbon depolamanın güçlendirilmesi, gelecekteki yangın riskinin azaltılması.

5. Yangın sonrası erozyon kontrolü ve doğal yenilenme

Yangın olaylarının hemen ardından, yüzey akışı ve heyelanları önlemek amacıyla yanmış toprakların stabilize edilmesi.

- *Eylemler:* Saman malçlama, kontur setleri ve yerli çayır türleriyle yeniden tohumlama uygulanması.
- Doğal yenilenmenin korunması; makine kullanımıyla aşırı sıkışmanın önlenmesi.
- *Faydalar:* İkincil afetlerin (taşkın/erozyon) önlenmesi; ekosistem toparlanmasının hızlandırılması.

Uygulama ve bakım hususları

- **Kurumlar arası koordinasyon:** NBS'nin orman yönetimi, sivil koruma ve belediye arazi yönetimi planlarına entegre edilmesi.
- **Bakım:** Yangın sezonu öncesinde yeşil yangın şeritlerinin ve otlatma alanlarının yıllık olarak denetlenmesi.
- **Kapasite geliştirme:** Yerel ekiplerin ve gönüllülerin ekolojik seyreltme ve restorasyon konularında eğitilmesi.
- **Yangın sonrası müdahale:** Malçlama ve yeniden dikim gibi hızlı NBS uygulamalarının, toprak stabilitesi ve su kalitesinin erken izlenmesiyle birlikte yürütülmesi.

- **Toplumsal sahiplenme:** Gönüllü orman gözetim gruplarının ve yurttaş temelli ağaçlandırma girişimlerinin teşvik edilmesi.

İzleme Göstergeleri (KPI'lar)

- Yakıt yönetimi uygulanan alan: (ha).
- Ortalama yangın yayılma hızındaki (%) veya yanan alan miktarındaki azalma: (ha/yıl).
- Yangın sonrası bitki örtüsü yenilenme oranı: (ilk yıl sonunda % örtü).
- Önleme ve bakım faaliyetlerine dahil edilen yerleşim sayısı.
- Yangın sonrası yamaçlarda toprak erozyon hızı: (t/ha).

Gösterge niteliğindeki maliyetler ve finansman seçenekleri

- **Ekolojik seyreltme / yakıt yönetimi:** 400–1.000 €/ha.
- **Yeşil yangın şeritlerinin oluşturulması:** Bitki örtüsü türüne ve şerit genişliğine bağlı olarak 3.000–8.000 €/ha.
- **Yangın sonrası stabilizasyon (malçlama, kontur setleri, tohumlama):** 1.000–3.000 €/ha.

Finansman kaynakları:

- Ulusal ormancılık ve afet risk azaltımı programları.
- Belediyelerin çevre ve arazi yönetimi bütçeleri.
- AB ve bölgesel projeler (Interreg NEXT, LIFE Climate).
- Ağaçlandırma ve bakım faaliyetleri için kamu–özel sektör veya topluluk temelli girişimler.

Özetle, orman yangınlarına yönelik NBS, yangın şiddetini azaltırken yamaçları korur ve ekosistemlerin toparlanmasını hızlandırır; aynı zamanda ekolojik ve sosyal ortak faydalar üretir. **Önleyici bitki örtüsü yönetiminin ekosistem restorasyonu** ile birlikte ele alınması, Marmara ve Acara'daki belediyelerin peyzaj dirençliliğini güçlendirmesine ve yangın sonrası riskleri sürdürülebilir ve topluluk odaklı bir yaklaşımla azaltmasına olanak sağlar.

4.6 Sıcak Hava Dalgaları / Kentsel Isı

Bağlam ve amaçlar

Kentsel sıcak hava dalgaları, **Kuzey Marmara'nın** yoğun kentleşmiş alanlarında—özellikle İstanbul, Kocaeli ve Sakarya'da—ve giderek **Batum'da (Acara)** önemli bir halk sağlığı ve altyapı riski olarak ortaya çıkmaktadır. Artan sıcaklıklar, geçirimsiz yüzeyler, sınırlı ağaç örtüsü ve insan kaynaklı ısı salımları, kentsel ısı adası (KIA) etkisini güçlendirmekte; bu durum yaz aylarında daha yüksek ölüm oranlarına, iş gücü verimliliğinde düşüşe ve enerji tüketiminde ani artışlara yol açmaktadır. Doğa Temelli Çözümler (NBS), mikro iklim düzenlemesi, buharlaşma ve gölgeleme yoluyla **kentsel ısıyı azaltabilir**; termal konforu artırabilir ve hava kalitesini iyileştirebilir. Bu portföyün amacı, belediyelere kentleri serinleten, kırılgan grupları koruyan ve aynı zamanda biyolojik çeşitlilik ile rekreasyon faydaları sağlayan **uygulanabilir müdahaleler** sunmaktır.

Alan seçimi ve planlama ilkeleri

- **Termal sıcak nokta haritalama:** Yüzey sıcaklığı verileri (örn. Sentinel-3, Landsat) kullanılarak yüksek riskli ilçelerin, ulaşım koridorlarının ve bitki örtüsü indeksleri düşük yoğun yapılaşmış alanların belirlenmesi.
- **Kritik tesislere odaklanma:** Okullar, hastaneler, yaşlı bakım merkezleri ve toplu taşıma aktarma noktaları çevresinde serinletici önlemlerin önceliklendirilmesi.
- **Mevcut kamusal alanlardan yararlanma:** Yeşillendirmenin en yüksek serinletme etkisini yaratabileceği sokaklar, meydanlar, avlular ve kıyı alanlarına odaklanması.
- **Havalandırma koridorlarıyla bütünleşme:** Kıyıdan veya dağlardan gelen esintilerin kent içine taşınmasını sağlayan açık hava koridorlarının korunması.
- **Kısa ve uzun vadeli önlemlerin birlikte ele alınması:** Gölgeleme ve bitkilendirme gibi kısa vadeli uygulamaların, yeşil altyapı ağları ve albedo temelli imar yaklaşımları gibi uzun vadeli kentsel planlama stratejileriyle birlikte düşünülmesi.

Önerilen NBS tipolojileri

1. Kentsel ağaç tepe örtüsünün genişletilmesi

Sokaklar, meydanlar ve açık alanlar boyunca ağaç tepe örtüsünün artırılarak ışınsal sıcaklığın düşürülmesi ve gölge sağlanması.

- *Eylemler:* Geniş taçlı, kuraklığa dayanıklı yerel geniş yapraklı türlerin (örn. çınar, dişbudak, ıhlamur, karaağaç) dikilmesi.
- *Tasarım ilkeleri:* Öncelikli koridorlarda asgari %30–40 ağaç örtüsü; kök bölgesinin korunması ve yer altı sulama sistemleri.
- *Faydalar:* Yerel sıcaklıkta 2–6 °C azalma, hava kalitesinde iyileşme, yaya konforu ve yürünebilirliğin artması.

2. Yeşil koridorlar ve doğrusal parklar

Parçalanmış yeşil alanların, nehirler, demiryolları veya cadde hatları boyunca bitkilendirilmiş bağlantılarla birleştirilmesi.

- *Eylemler:* Sürekli gölgeli yaya ve bisiklet güzergâhlarının oluşturulması; yağmur suyu yönetimi için bitki yağmur hendeklerinin entegre edilmesi.
- *Faydalar:* Yüzey sıcaklıklarının azalması, hareketlilik konforunun artması, biyolojik çeşitlilik bağlantısının güçlenmesi.

3. Isıl düzenleme için yeşil çatılar ve yeşil duvarlar

Kamusal ve ticari binaların bitkilendirilmiş çatı veya cephelerle iyileştirilmesi, binaların ısı kazanımını sınırlar ve yüzey akışını geciktirir.

- *Eylemler:* Yüksek su tutma kapasitesine sahip hafif substratların kullanılması; yağmur suyu hasadından beslenen sulama sistemlerinin entegrasyonu.
- *Faydalar:* Soğutma ihtiyacında %20–40 oranında enerji tasarrufu potansiyeli; ilave ısı yalıtımı ve yağmur suyu tutma kapasitesi.

4. Geçirgen ve yansıtıcı yüzeyler

Yüzey ısı emilimini azaltmak amacıyla koyu renkli, geçirimsiz kaplamaların yansıtıcı veya bitkilendirilmiş alternatiflerle değiştirilmesi.

- *Eylemler:* Açık renkli kaplama taşları, geçirgen asfalt veya çim taşı sistemlerinin kullanılması; gölgelendirici ağaçlarla birlikte tasarlanması.

- *Faydalar:* Güneşin en yoğun olduğu saatlerde yüzey sıcaklığında 10–15 °C azalma; yüzey akışının toprağa sızmasının iyileşmesi.

5. Mavi-yeşil kentsel meydanlar ve su öğeleri

Ana kamusal meydanlarda, içilebilir olmayan su kaynakları kullanılarak sığ su yüzeyleri, sisleme fışkileri veya buharlaşmalı serinletme öğelerinin entegre edilmesi.

- *Eylemler:* Su öğelerinin gölgeli oturma alanları ve geçirgen zeminlerle birlikte tasarlanması.
- *Faydalar:* Anında mikro iklimsel serinleme ve sosyal refahın artması.

6. Toplu taşıma altyapısının yeşillendirilmesi

Duraklar, istasyon çatıları ve tramvay koridorlarının bitkilendirilerek bekleme alanlarının serinletilmesi ve sert zeminlerden yansıyan ısının azaltılması.

- *Eylemler:* Modüler yeşil duraklar, gürültü bariyerlerinde tırmanıcı bitkiler, düşük bakım gerektiren damla sulama sistemleri.
- *Faydalar:* Yolcular için ısıl konforun artması, görsel kalitenin iyileşmesi ve hava kalitesine katkı.

Uygulama ve bakım hususları

- **Birimler arası koordinasyon:** Entegre “serinletme ağları” oluşturmak üzere çevre, kentsel planlama ve fen işleri birimlerinin eşgüdüm içinde çalışmasının sağlanması.
- **Tür seçimi:** Yerel, kuraklığa ve tuzluluğa dayanıklı ağaç türlerinin tercih edilmesi; alerjen veya istilacı türlerden kaçınılması.
- **Su yönetimi:** Sulama uygulamalarının yağmur suyu hasadı veya arıtılmış gri su sistemleriyle birlikte kurgulanması.
- **Bakım:**
 - Mevsimsel budama ve kuruyan ağaçların yenilenmesi.
 - Su öğeleri ile sulama filtrelerinin düzenli temizliği.
 - Ağaç sağlığının ve tepe örtüsü gelişiminin izlenmesi.
- **Kamusal katılım:** “Bir Ağaç Sahiplen” veya “Serin Sokak” kampanyalarıyla yurttaşların sahiplenme ve farkındalık düzeyinin artırılması.

İzleme göstergeleri (KPI’lar)

Kategori	Gösterge	Yöntem / Kaynak
Isıl	Ortalama yüzey sıcaklığındaki azalma (°C)	Müdahale öncesi/sonrası uzaktan algılama (Yüzey Sıcaklığı – LST)
Bitki örtüsü	Ağaç tepe örtüsündeki artış (%)	Hava fotoğrafları veya drone görüntüleri, arazi incelemeleri
Su	Serinletme amaçlı kullanılan geri kazanılmış/hasat edilmiş su miktarı (m ³)	Belediye kayıtları
Sosyal	Gölgelendirilmiş kamusal alanları kullanan kişi sayısı; memnuniyet anketleri	Alan sayımları, görüşmeler

Kategori	Gösterge	Yöntem / Kaynak
Sağlık	Sıcaklığa bağlı vakalarda / hastane başvurularında azalma (%)	Kamu sağlığı istatistikleri (mevcutsa)

Gösterge niteliğinde maliyetler ve finansman seçenekleri

- **Ağaç dikimi ve sulama sistemleri:** Ağaç boyutuna ve uygulama bağlamına bağlı olarak 50–250 €/ağaç.
- **Yeşil çatılar / cepheler:** 60–150 €/m².
- **Geçirgen ve yansıtıcı kaplamalar:** 30–80 €/m².
- **Mavi-yeşil meydanlar:** Tasarım ve su sistemlerine bağlı olarak 200–400 €/m².

Finansman kaynakları:

Belediyelerin kamusal alan veya iklim uyum bütçeleri; ulusal “Yeşil Şehir” veya afet risklerinin azaltılması fonları; LIFE ve Interreg programları, özel geliştiricilerle veya kurumsal sosyal sorumluluk (KSS) kapsamında kurulan ortaklıklar.

Özet

Isı odaklı NBS, kentleri ısı tuzakları olmaktan çıkararak **iklim uyumlu** ve **yaşanabilir mekânlara** dönüştürür. Gölgeleme, bitkilendirme, geçirgen malzemeler ve buharlaşmalı serinletmenin birlikte uygulanmasıyla **Marmara** ve **Acara**’daki belediyeler ısı stresini azaltabilir, enerji maliyetlerini düşürebilir ve daha sağlıklı, kapsayıcı kamusal alanlar yaratabilir. Bu önlemlerin mevcut kentsel dönüşüm ve ulaşım projelerine entegre edilmesi, **doğa temelli serinletmenin** kent tasarımının ve iklim direncinin kalıcı bir bileşeni olmasını sağlar.

5. Öncelikli Tehlikeler için Yerel Ölçekte Doğa Temelli Çözümler

Bu bölüm, **Acara Özerk Cumhuriyeti (Gürcistan)** ve **Kuzey Marmara (Türkiye)** için belirlenen altı temel tehlikeyi bağlamına oturtmakta ve her bir çevre için en uygun NBS tipolojilerini özetlemektedir. **NBS-CORES Başvuru Formu** ve **Masa Başı Çalışması**’ndan elde edilen bulgular doğrultusunda, bölgeye özgü öneriler sunulmaktadır.

Taşkınlar / Ani taşkınlar

Bölgeler: Acara & Marmara

Etkili NBS’ler:

- Nehir restorasyonu / yeniden mendereslendirme
- Kaynak havzalarda kıyı tampon şeritleri ve ağaçlandırma
- Yapay sulak alanlar ve taşkın yataklarının yeniden nehirle buluşturulması
- Kentsel “sünger şehir” sistemleri (geçirgen kaplamalar, yağmur bahçeleri, yeşil çatılar)

Uygulama ipucu: Su tutma havzalarının doğal sulak alanlarla birlikte ele alınması; havza ölçeğinde tasarım için yerel nehir havzası kurumlarıyla iş birliği yapılması.

Heyelanlar / Erozyon

Bölgeler: Acara Özerk Cumhuriyeti ve Marmara kıyı yamaçları

Etkili NBS'ler:

- Yamaçların biyomühendisliği: Canlı demetler, dal katmanları ile güçlendirme, bitkilendirilmiş kafes istinat duvarları
- Koruyucu ormanlar ve yeniden bitkilendirme: Derin köklü yerel türlerle ağaçlandırma ve bitki örtüsünün güçlendirilmesi
- Teraslama: Bitkilendirilmiş bermeler ve yüzey akışını kontrol eden drenajlarla teraslama

Uygulama ipucu: Pilot yamaçların seçimi için jeoteknik haritalamanın kullanılması; bitkilendirmenin mevcut gri stabilizasyon çalışmalarıyla entegre edilmesi.

Kıyı taşkınları / Erozyon

Bölgeler: Batum ve Marmara kıyı kentleri (Yalova, Tekirdağ, Kocaeli)

Etkili NBS'ler:

- Yerel bitki örtüsü ve çitleme ile kumul rehabilitasyonu
- Bataklık sekileri ve yaşayan kıyı uygulamaları
- Fırtına kabarması enerjisini sönümleyen sulak alan tamponları

Uygulama ipucu: Geri çekilme (setback) zonlamasıyla birlikte ele alınması; yerel kıyı yönetim planlarına entegre edilmesi.

Kuraklık / Su kıtlığı

Bölgeler: Marmara'nın kurak havzaları, Acara alçak kesimlerinin bazı bölümleri

Etkili NBS'ler:

- Depolama amaçlı yağmur suyu hasadı ve yeşil çatılar
- Sızdırma havzaları yoluyla Yönetilen Akifer Beslemesi (MAR)
- Tarımsal ormancılık, malçlama ve toprak nemi koruma uygulamaları

Uygulama ipucu: Verimli sulama sistemleri ve doğa temelli atık su yeniden kullanımına yönelik sulak alanlarla birlikte ele alınması.

Orman yangını riski

Bölgeler: Batı Marmara ve Acara'nın ormanlık yamaçları

Etkili NBS'ler:

- Yakıt sürekliliğini azaltan mozaik bitki örtüsü, yeşil yangın şeritleri
- Yangına dayanıklı türlerle yeniden ağaçlandırma
- Kontrollü otlatma ve alt tabaka yönetimi

Uygulama ipucu: NBS'lerin sivil koruma yangın koridorlarıyla entegre edilmesi; topluluk temelli orman sahiplenme ve bakım yaklaşımlarının kullanılması.

Bu bölüm kullanılarak her belediye:

1. Yerel verilere dayanarak öncelikli 2–3 tehlikesini belirleyebilir.
2. İlgili bölümden uygun NBS tipolojilerini seçebilir.
3. Bu çözümleri **Belediye Eylem Planı'na** (Faaliyet 1.3) ve gelecekteki finansman başvurularına entegre edebilir.

Sıcak hava dalgaları / Kentsel ısı

Bölgeler: İstanbul, Kocaeli, Sakarya, Batum

Etkili NBS'ler:

- Ağaçlandırılmış cadde ve parklar yoluyla ağaç tepe örtüsünün artırılması
- Yeşil çatılar ve yeşil duvarlar; yansıtıcı ve bitkilendirilmiş yüzeyler
- Nehirler ve kıyı hatları boyunca mavi-yeşil koridorlar

Uygulama ipucu: Okullar, hastaneler ve ulaşım koridorlarının önceliklendirilmesi; kuraklığa dayanıklı yerel ağaç türlerinin seçilmesi.

Özet Tablo – Belediyeler, tehlikeler ve NBS öncelikleri

Bölge / Belediye	Başlıca tehlikeler	NBS öncelikleri
Khulo, Shuakhevi, Keda (Acara Özerk Cumhuriyeti)	Ani taşkınlar, heyelanlar, çamur seli	Kıyı restorasyonu, yamaç biyomühendisliği
Khelvachauri, Kobuleti, Batum (Acara)	Kıyı taşkınları, erozyon, sıcak hava dalgaları	Yaşayan kıyılar, sulak alan tamponları, kentsel yeşillendirme
İstanbul, Kocaeli, Sakarya (Marmara)	Kentsel seller, sıcak hava dalgaları	Sünger şehir sistemleri, ağaç koridorları, yeşil çatılar
Tekirdağ, Yalova, Kırklareli, Edirne (Marmara)	Kıyı erozyonu, kuraklık, orman yangınları	Kumul restorasyonu, yağmur suyu hasadı, yangına dayanıklı ormancılık
Büyük kentsel merkezler (bölgeler arası)	Sıcak hava dalgaları / kentsel ısı	Kentsel ağaç tepe örtüsünün genişletilmesi, yeşil koridorlar, geçirgen ve yansıtıcı yüzeyler, mavi-yeşil meydanlar

6. Yönetişim ve Kurumsal Entegrasyon

Amaç

Etkili yönetim, doğa temelli çözümlerin (NBS) başarılı ve uzun vadeli uygulanmasının temelini oluşturur. Teknik tasarımın ötesinde, NBS'nin münferit pilot projeler olarak kalmaması; **yerel planlama ve yatırım sistemlerinin temel bir bileşeni** hâline gelmesi için belediyelerin net kurumsal yapıları, koordinasyon mekanizmalarına ve katılımcı süreçlere ihtiyaç vardır.

Bu bölüm, **Acara Özerk Cumhuriyeti (Gürcistan)** ve **Kuzey Marmara'daki (Türkiye)** belediyeler için NBS'nin yönetim çerçevelerine nasıl entegre edileceğine, sorumlulukların nasıl netleştirileceğine ve sektörler ile paydaşlar arasındaki iş birliğinin nasıl güçlendirileceğine ilişkin pratik rehberlik sunmaktadır.

6.1 NBS'nin Belediye Çerçeveleri İçinde Kurumsallaştırılması

NBS'nin yerel yönetime yerleştirilmesi, öncelikle bu çözümlerin risk azaltma, iklim uyumu ve kentsel gelişme açısından **meşru bir altyapı seçeneği** olarak tanınmasıyla başlar.

Bu kapsamda belediyelerin aşağıdaki adımları atması teşvik edilmektedir:

- **NBS'nin stratejik planlara ve mevzuata dâhil edilmesi:**

NBS ilke ve hedeflerinin Yerel İklim Eylem Planları, Kentsel Ana Planlar ve Afet Risk Azaltma stratejilerine entegre edilmesi.

NBS terminolojisi ve tanımlarının yerel yönetmeliklere, tasarım standartlarına ve çevre mevzuatına yansıtılması.

- **Lider bir koordinasyon biriminin belirlenmesi:**

Genellikle **Çevre, Kentsel Planlama** veya **Altyapı** birimlerinden birinin, birimler arası çalışmaları koordine eden ve dış paydaşlarla iletişimi yürüten *NBS irtibat kişisi* olarak görevlendirilmesi.

- **Bir NBS çalışma grubu oluşturulması:**

Çevre, park ve bahçeler, su, mali işler ve sosyal hizmetler birimlerinden temsilcilerin yer aldığı, NBS projelerinin ortaklaşa planlanmasını ve izlenmesini sağlayan çok birimli bir ekibin kurulması.

- **NBS'nin ihale ve bütçeleme süreçlerine entegre edilmesi:**

Kamu ihalelerinde ve yatırım değerlendirmelerinde NBS'ye ilişkin değerlendirme kriterlerinin zorunlu hâle getirilmesi.

NBS pilot uygulamaları, bakım faaliyetleri ve izleme çalışmaları için özel bütçe kalemlerinin ayrılması.

6.2 Sektörler Arası Koordinasyon

Doğa temelli çözümler; çevre, su, altyapı, sağlık, turizm ve sivil koruma gibi birden fazla politika alanı kapsar. Etkili uygulama, bu sektörler arasında hem yerel hem de bölgesel düzeyde güçlü bir koordinasyon gerektirir.

Başlıca mekanizmalar şunlardır:

- **Ortak planlama oturumları:** Planlama, altyapı ve çevre birimleri arasında düzenli koordinasyon toplantıları yapılarak devam eden belediye projelerinde (yollar, drenaj sistemleri, kamusal alanlar) NBS fırsatlarının belirlenmesi.
- **Paylaşılan veri sistemleri:** Tehlike haritalarını, yeşil altyapı varlıklarını ve bakım kayıtlarını bir araya getiren belediye CBS platformlarının geliştirilmesi veya güncellenmesi.
- **Bölgesel iş birliği:** *Marmara Belediyeler Birliği* ve *Acara Bölgesel Yönetimleri* gibi bölgesel yapılarla deneyim paylaşımı yapılması ve politika uyumunun sağlanması.
- **Bilgi ortaklıkları:** Teknik uzmanlık, izleme ve eğitim faaliyetleri için üniversiteler, araştırma kuruluşları ve STK'larla iş birliği yapılması.

6.3 Katılımcı Yönetişim ve Topluluk Katılımı

NBS, hizmet ettikleri topluluklarla birlikte tasarlanıp birlikte yönetildiklerinde en yüksek etkiyi sağlar.

Bu nedenle belediyelerin, sahiplenmeyi güçlendiren, bakım süreçlerini destekleyen ve müdahalelerin toplumsal karşılığını artıran **katılımcı yönetim modellerini** benimsemesi önemlidir.

Önerilen yaklaşımlar:

- Önceliklerin belirlenmesi ve NBS kavramlarının birlikte geliştirilmesi amacıyla, mahalle sakinleri, gençlik grupları ve sivil toplum kuruluşlarıyla **katılımcı tasarım atölyeleri** düzenlenmesi.
- Bakımı vatandaş katılımıyla ilişkilendiren **topluluk sahiplenme modellerinin** ("Adopt-a-Park", "River Guardians", "Tree Care Networks") hayata geçirilmesi.
- Taşkın seviyeleri, bitki örtüsünün durumu veya sıcaklık uyarıları gibi konularda mobil uygulamalar veya yerel bildirim mekanizmaları aracılığıyla **vatandaş temelli izleme girişimlerinin** desteklenmesi.
- Okullarda ve kamusal etkinliklerde NBS'nin faydalarını **anlatan eğitim ve farkındalık kampanyaları** yürütülmesi.

Bu katılımcı uygulamalar, yerel demokrasiyi güçlendirirken NBS müdahalelerinin uzun vadeli sürdürülebilirliğini de artırır.

6.4 Eşitlik, Toplumsal Cinsiyet ve Kapsayıcılık

NBS; kamusal alanların iyileştirilmesi, serinletme etkisi ve taşkınlara karşı koruma gibi önemli ortak faydalar sağlayabilir. Ancak bu faydalar, yalnızca çözümler **erişilebilir ve kapsayıcı** olduğunda gerçek anlamda ortaya çıkar.

Bu nedenle belediyelerin, NBS'nin planlanması ve uygulanması süreçlerinde farklı ihtiyaç ve bakış açılarını dikkate alması gerekir:

- Katılımcı tasarım ve izleme süreçlerine kadınların, gençlerin ve kırılgan grupların dâhil edilmesi.
- Önerilen NBS uygulamalarının, tüm yurttaşlar açısından hareketlilik, güvenlik ve erişilebilirlik üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi.
- İklim tehlikelerine maruziyetteki eşitsizlikleri azaltmak amacıyla, yetersiz hizmet alan veya yüksek riskli mahallelerde NBS yatırımlarına öncelik verilmesi.
- Toplumsal cinsiyete duyarlı göstergelerin kullanılması (örn. NBS planlama etkinliklerine katılım oranının cinsiyete göre izlenmesi).

Bu ilkelerin entegrasyonu hem sosyal adaleti hem de projelerin etkililiğini güçlendirir.

6.5 Politika Uyumu ve Stratejik Tutarlılık

Yerel düzeydeki NBS uygulamalarının, finansman uygunluğunu sağlamak ve ulusal ile AB hedefleriyle tutarlılığı güçlendirmek amacıyla daha geniş politika çerçeveleriyle uyumlu olması gerekir.

Bu kapsamda belediyelerin NBS girişimlerini aşağıdaki politika ve strateji belgeleriyle birlikte ele alması önerilir:

- **Avrupa Yeşil Mutabakatı ve AB İklim Uyum Stratejisi (2021–2027)**
- **2030 için AB Biyoçeşitlilik Stratejisi**
- **Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi (2015–2030)**
- **Paris Anlaşması (2015)**

- **Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA 13: İklim Eylemi; SKA 15: Karasal Yaşam)**
- Gürcistan ve Türkiye'deki **ulusal ve bölgesel iklim ve ormancılık stratejileri**

Bu tür bir uyum, belediyelerin finansman olanaklarından yararlanmasını, raporlama yükümlülüklerini karşılamasını ve uluslararası sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sunduğunu açık biçimde ortaya koymasını sağlar.

6.6 Kurumsal Kapasitenin Güçlendirilmesi

Son olarak, NBS'nin ana akım uygulamalara yerleşmesi için insan kaynağı ve kurumsal kapasitenin güçlendirilmesi kritik öneme sahiptir.

Bu kapsamda belediyelerin aşağıdaki adımları atması teşvik edilmektedir:

- Belediye personeline yönelik olarak NBS tasarımı, maliyet-fayda değerlendirmesi ve bakım süreçlerine ilişkin **eğitimler ve işbirlikli öğrenme oturumları** düzenlenmesi.
- Deneyim paylaşımını desteklemek amacıyla NBS-CORES Projesi kapsamında oluşturulan **bölgesel öğrenme platformlarına** katılım sağlanması.
- NBS'nin uygulanması, izlenmesi ve bakımına yönelik **rehber dokümanlar ve standart operasyon prosedürlerinin (SOP)** geliştirilmesi.
- Uygulamalı araştırma ve pilot çalışmalar için **gençlerin ve akademik kurumların** dâhil olduğu iş birliklerinin teşvik edilmesi.

Kurumsal hafızanın ve teknik becerilerin geliştirilmesi, proje tamamlandıktan uzun süre sonra dahi NBS'nin belediye planlama süreçlerinin bir parçası olarak kalmasını sağlar.

Özet

Doğa temelli çözümlerin kurumsallaştırılması, **siyasi irade, sektörler arası iş birliği ve topluluk katılımı** gerektiren kademeli ancak stratejik bir süreçtir.

NBS'nin belediye yönetişi, bütçeleme ve planlama sistemlerine entegre edilmesiyle, Acara ve Marmara'daki yerel yönetimler münferit uygulamalardan çıkarak **iklim direncini ve sürdürülebilir kentsel gelişimi destekleyen sistematik ve uzun vadeli bir yaklaşıma geçiş** yapabilir.

7. İzleme ve Değerlendirme Çerçevesi

Amaç

İzleme ve Değerlendirme, doğa temelli çözümlerin etkili yönetişiminin temel bileşenleridir.

Bu süreçler, belediyelerin **performansı ölçmesine, ortak faydaları değerlendirmesine** ve sahadaki sonuçları politika öğrenimi ve gelecekteki yatırım planlamasıyla ilişkilendirerek **karar alma süreçlerini iyileştirmesine** olanak tanır.

Tutarlı bir İzleme ve Değerlendirme çerçevesi, NBS uygulamalarının tek seferlik denemeler olarak kalmamasını; zaman içinde gelişen, **kanıta dayalı bir dirençlilik sisteminin** parçası olmasını sağlar.

Bu bölüm, **Acara Özerk Cumhuriyeti (Gürcistan)** ve **Kuzey Marmara (Türkiye)** belediyelerinin NBS izleme faaliyetlerini tasarlaması, uygulaması ve raporlaması için bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır.

7.1 NBS İzleme Amaçları

İzleme, birden fazla amaca hizmet eder:

- **Performans değerlendirme:** NBS uygulamalarının hedeflenen amaçlara (ör. taşkın piklerinin azaltılması, yamaç stabilizasyonu, serinletici etki) ulaşip ulaşmadığını doğrulamak.
- **Öğrenme ve uyarlanabilir yönetim:** Hangi uygulamaların hangi koşullarda etkili olduğunu belirlemek ve tasarımları buna göre uyarlamak.
- **Hesap verebilirlik ve şeffaflık:** Fon sağlayıcılara, vatandaşlara ve politika yapıcılara maliyet etkinliğini ve etkililiği göstermek.
- **Ölçeklendirme ve yaygınlaştırma:** Nicel sonuçları kullanarak başarılı NBS uygulamalarının genişletilmesini gerektirmek.

7.2 İzleme Düzeyleri

Çok düzeyli bir izleme yaklaşımı önerilmektedir:

Düzye	Odak	Sorumlu	Sıklık / Araçlar
Proje Düzeyi	Tekil NBS uygulama alanları (ör. sulak alan, yamaç, park)	Belediye birimleri / yükleniciler	Aylık–mevsimsel saha ölçümleri; fotoğraf noktaları
Belediye Düzeyi	Belediye genelindeki toplulaştırılmış etki	NBS Çalışma Grubu / Planlama Birimi	Yıllık KPI derlemeleri, haritalar ve raporlar
Bölgesel Düzey	Belediyeler arası eğilimler ve öğrenme	Marmara Belediyeler Birliği / Acara Bölgesel Yönetimi	Yıllık–iki yıllık sentez; karşılıklı öğrenme ve kıyaslama

Bu kademeli sistem, **teknik doğruluğu** (proje ölçeğinde) ve **stratejik öngörüyü** (politika ölçeğinde) birlikte sağlamayı amaçlar.

7.3 İzleme Çerçevesinin Yapısı

Her bir NBS müdahalesi, **beş temel adımdan** oluşan yapılandırılmış bir İzleme ve Değerlendirme döngüsünü takip etmelidir:

1. Amaçların ve beklenen sonuçların tanımlanması

- NBS'nin neyi hedeflediğinin belirlenmesi (ör. yüzey akışının %30 azaltılması, ağaç tepe örtüsünün %10 artırılması).
- Amaçların belediyenin iklim veya afet risk azaltımı hedefleriyle uyumlandırılması.

2. Göstergelerin ve veri kaynaklarının seçilmesi

- **Nicel** (hidrolojik, ekolojik) ve **nitel** (sosyal, algısal) göstergelerin belirlenmesi.
- Doğrudan saha verileri, CBS, uzaktan algılama ve katılımcı anketlerin birlikte kullanılması.

3. Başlangıç (baz) durumunun belirlenmesi

- Müdahale öncesi koşulların ölçülerek gelecekteki karşılaştırmalar için temel oluşturulması.
- Yerel iklimsel ve sosyoekonomik değişkenlerin dâhil edilmesi (ör. yağış şiddeti, arazi kullanımı, topluluk memnuniyeti).

4. İzleme ve veri toplama

- Verilerin düzenli aralıklarla, basit ve tekrarlanabilir yöntemlerle kaydedilmesi.
- Vatandaşlar ve yerel kurumlarla (okullar, STK'lar) birlikte izleme uygulamalarının teşvik edilmesi.

5. Değerlendirme ve raporlama

- Gözlemlenen sonuçların hedeflerle karşılaştırılması.
- Temel bulgular, görseller (haritalar, grafikler) ve politika önerileri içeren öz ve anlaşılır raporların hazırlanması.
- Sonuçların belediyenin planlama ve bütçeleme döngülerine entegre edilmesi.

7.4 Temel İzleme Göstergeleri

Belediyeler, yerel tehlikeler ve uygulanan NBS tipolojileriyle ilişkisine göre göstergeler seçebilir.

Aşağıdaki tablo, dört kategori altında gruplanmış referans niteliğinde **Temel Göstergeler** setini sunmaktadır:

Kategori	Örnek Göstergeler	Ölçüm / Kaynak
Hidrolojik ve iklimsel	Pik yüzey akışı azalımı (%), infiltrasyon hızı (mm/saat), su depolama kapasitesi (m ³), toprak nemi (%)	Arazi ölçümleri, sensörler, yağış-akış modelleri
Ekolojik ve çevresel	Bitki örtüsü (%), biyolojik çeşitlilik endeksindeki değişim, habitat bağlantısallığı (km ²), toprak erozyon hızı (t/ha)	Saha çalışmaları, drone görüntüleri, Sentinel-1/2 verileri
Sosyal ve ekonomik	Kullanıcı/yararlanıcı sayısı, toplumsal memnuniyet (%), yaratılan istihdam, önlenen sel hasarı (€)	Anketler, belediye istatistikleri, sigorta verileri
Kentsel ve sağlık eş-faydaları	Yüzey sıcaklığı azalımı (°C), hava kalitesi (PM2.5/PM10), gölgelik alan oranı (%), erişilebilirlik endeksi	Uzaktan algılama, mikro iklim kayıt cihazları, CBS, saha denetimleri

Belediyelerin, her bir NBS projesi için her kategoriden en az bir gösterge seçmesi önerilir.

7.5 Veri Toplama ve Araçlar

- **Saha temelli izleme:** Basit hidrolojik ve bitki örtüsü ölçümleri (yağmur ölçerler, infiltrasyon testleri, fotoğrafla belgeleme).
- **CBS ve uzaktan algılama:** Bitki örtüsü indekslerinin (NDVI), arazi yüzey sıcaklığının (LST) haritalanması ve taşkın yayılım analizleri.

- **Dijital panolar (dashboard'lar):** Veri setlerinin görselleştirilmesi ve eğilimlerin izlenmesi için belediyelerin CBS sistemlerine veya açık kaynaklı araçlara (QGIS, Google Earth Engine) entegre edilmesi.
- **Vatandaş bilimi:** Yağış, bitki örtüsü veya kirlilik gözlemleri için mobil uygulamalar kullanılarak, veri toplama süreçlerine mahalle sakinlerinin ve okulların dâhil edilmesi.
- **Akademi ile iş birliği:** Üniversiteler ve araştırma merkezleri ileri analiz ve doğrulama desteği sağlayabilir.

7.6 Değerlendirme ve Raporlama

Belediyeler, yılda en az bir kez aşağıdaki unsurları özetleyen bir **NBS Performans Raporu** hazırlamalıdır:

- Temel çıktılar ve gösterge değerleri.
- Öğrenilen dersler ve uyarlayıcı uygulamalar (hangi unsurların revize edildiği veya ölçeklendirildiği).
- Mali durum özeti ve bakım kayıtları.
- Fotoğraf ve haritalama dokümantasyonu.

Bu raporlar, politika diyalogunu ve gelecekteki proje tasarımlarını desteklemek amacıyla bölgesel paydaşlar (ör. Marmara Belediyeler Birliği, Acara Bölgesel Yönetimi) tarafından bir araya getirilerek **bölgesel ilerleme özetlerine** dönüştürülebilir.

7.7 Geri Bildirim Döngüleri ve Uyarlamalı Yönetim

İzleme sonuçları, gelecekteki karar alma süreçlerini doğrudan beslemelidir:

- Ölçülen NBS performansına dayanarak yerel dayanıklılık ve arazi kullanım planlarının güncellenmesi.
- Kaynakların en etkili müdahalelere yönlendirilmesi.
- Öğrenilen derslerin eğitim materyallerine ve yeni tasarımlara aktarılması.
- Sürekli iyileştirmeye dayalı bir döngünün sürdürülmesi — *Planla → Uygula → İzle → Değerlendir → Uyarla*.

Bu uyarlamalı yönetim yaklaşımı, NBS uygulamalarının değişen iklim koşullarına, kentsel dinamiklere ve toplumsal ihtiyaçlara yanıt verecek şekilde gelişmesini sağlar.

7.8 İzleme ve Değerlendirme için Kapasite ve Kaynaklar

Belediyeler, veri toplama ve değerlendirme süreçlerinde sıklıkla kapasite eksiklikleriyle karşılaşmaktadır. Bu eksikliklerin giderilmesi için:

- NBS Çalışma Grubu bünyesinde **İzleme ve Değerlendirme'den sorumlu irtibat kişilerinin belirlenmesi**.
- Gösterge raporlaması için **standartlaştırılmış şablonların geliştirilmesi** (Bkz. Ek C).
- Veri yönetimi, CBS ve gösterge analizi konularında eğitimlerle **personel kapasitesinin güçlendirilmesi**.

- Teknik destek için üniversiteler, STK'lar ve uluslararası kuruluşlarla **iş birliklerinden yararlanılması**.
- Tüm NBS yatırımlarında **izleme faaliyetleri için bütçe ayrılması** (ilk üç yıl için genellikle toplam proje maliyetinin %5–10'u, devamında %3–5).

Özet

Bütüncül bir İzleme ve Değerlendirme Çerçevesi, belediyelerin doğa temelli çözümleri *faaliyet odaklı yaklaşımdan sonuç odaklı yönetime* geçirebilmesini sağlar.

Bilimsel göstergelerin, toplumsal girdilerin ve politika düzeyindeki geri bildirim döngülerinin birlikte kullanılması sayesinde **Acara ve Marmara**'daki yerel yönetimler, NBS'nin riskleri nasıl azalttığını, ekosistemleri nasıl güçlendirdiğini ve yaşam kalitesini nasıl iyileştirdiğini ölçebilir. Bu yaklaşım, doğa temelli dayanıklılığın yerel yönetişimin kalıcı bir unsuru haline gelmesini sağlar.

8. Finansman ve Bakım Stratejisi

Amaç

Doğa temelli çözümlerin (NBS) uzun vadeli başarısı yalnızca iyi bir tasarıma değil, aynı zamanda **sürdürülebilir finansman ve düzenli bakımın** sağlanmasına da bağlıdır.

Bu bölüm, **Acara Özerk Cumhuriyeti (Gürcistan)** ve **Kuzey Marmara'daki (Türkiye)** belediyelerin finansal kaynakları harekete geçirmesi, NBS'yi yerel bütçelere entegre etmesi ve zaman içinde güvenilir işletme ve bakımın (O&M) sağlanması için pratik stratejiler sunmaktadır.

8.1 NBS için Finansman İlkeleri

Doğa temelli çözümler, tüm yaşam döngüsü faydaları dikkate alındığında, geleneksel gri altyapı çözümlerine kıyasla çoğu zaman **daha maliyet etkindir**.

Ancak bu çözümlerin finansmanı, proje bazlı hibelerden **karma ve uzun vadeli finansman modellerine** geçişi gerektirir.

Bu çerçevede belediyelerin şu hedefleri benimsemesi önerilir:

- **Kamu, özel sektör ve topluluk temelli finansman kaynaklarını** birlikte kullanmak.
- NBS'yi ayrı "yeşil" projeler olarak ele almak yerine, mevcut **altyapı ve kentsel gelişim bütçeleri** içine entegre etmek.
- Taşkın riskinin azaltılması, serinletme etkisi, biyolojik çeşitlilik ve rekreasyon gibi **eş faydaları** ortaya koyarak sektörler arası finansmana erişimi kolaylaştırmak.
- Başlangıçtan itibaren hem **sermaye harcamaları (CAPEX)** hem de **işletme harcamaları (OPEX)** için kaynak ayırmak.

8.2 Belediye ve Ulusal Finansman Kaynakları

1. Belediye bütçeleri

- NBS bileşenlerinin **parklar, drenaj, su yönetimi, çevre ve altyapı** birimlerinin bütçelerine entegre edilmesi.
- Yıllık yatırım planları kapsamında, **altyapı bütçelerinin %1–3'ünün** yeşil bileşenler (geçirgen kaplamalar, bitki yağmur hendekleri, ağaçlandırma) için ayrılması.
- NBS'nin *Kamu Yatırım Programları* veya *Yeşil Şehir* girişimleri kapsamında ele alınması.

2. Ulusal ve bölgesel programlar

- Ulusal bakanlıklar veya bölgesel otoriteler tarafından yönetilen iklim uyumu, afet riskinin azaltılması ve ağaçlandırma fonlarına erişim sağlanması.
- Örnekler:
 - *Türkiye*: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın kentsel yeşillendirme ve yağmur suyu yönetimine yönelik programları.
 - *Gürcistan*: Acara'da orman ve arazi restorasyonuna yönelik, Çevre Koruma ve Tarım Bakanlığı programları.

3. Bölgesel birlikler

- Ortak pilot uygulamaların ve kapasite geliştirme faaliyetlerinin eş finansmanı için **Marmara Belediyeler Birliği (MBB)** veya Acara Özerk Cumhuriyeti ile iş birliği yapılması.

8.3 Uluslararası ve AB Finansman Olanakları

Avrupa Birliği

- **Interreg NEXT Karadeniz Havzası Programı (2021–2027)**: Sınır ötesi NBS ve dirençlilik projelerini destekler.
- **LIFE Programı**: Çevre, iklim uyumu ve biyolojik çeşitlilik alanındaki faaliyetlere eş finansman sağlar (%60–75 hibe oranı).
- **Ufuk Avrupa – İklim-Nötr ve Akıllı Şehirler Misyonu**: Gösterim projeleri ve yenilikçi pilot uygulamaları destekler.
- **Avrupa Yatırım Bankası (AYB)**: *Doğal Sermaye Destek Programı* (Natural Capital Financing Facility - NCFF) kapsamında kredi ve teknik destek sunar.
- **Green City Facility / EBRD Yeşil Şehirler (Green Cities)**: Entegre kentsel yeşillendirme için teknik ve finansal destek sağlar.

Diğer uluslararası araçlar

- Ekosistem temelli uyuma yönelik *Küresel Çevre Fonu (GEF)* ve *Yeşil İklim Fonu (GCF)* projeleri.
- Yerel iklim dayanıklılığına yönelik Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) küçük hibe programları.
- Doğa ve toplum temelli projeleri destekleyen KSS ve özel vakıflar.

Belediyeler, NBS öncelikleriyle uyumlu **AB ve uluslararası çağrılar** düzenli olarak izlemeli ve potansiyel projeleri yatırım portföylerine dâhil etmelidir.

8.4 Yenilikçi ve Karma Finansman Mekanizmaları

Finansman kaynaklarını çeşitlendirmek ve sahiplenmeyi artırmak amacıyla belediyeler aşağıdaki gibi yenilikçi yaklaşımları değerlendirebilir:

Mekanizma	Açıklama / Kullanım	Örnek Uygulama
Kamu–Özel Ortaklıkları (PPP)	Özel sektörle birlikte NBS uygulamalarının hayata geçirilmesi; belediyenin arazi veya izin sağlaması, özel sektörün ise altyapının işletme ve bakımını üstlenmesi.	Ticari binalarda yeşil çatılar; cadde ağaçları için sponsorluk modelleri.
Kurumsal Sosyal Sorumluluk (KSS)	Yerel şirketlerin sürdürülebilirlik taahhütleri kapsamında NBS uygulamalarına finansman veya hizmet desteği sağlaması.	Ağaçlandırma çalışmaları, parkların iyileştirilmesi, su tasarrufu sağlayan uygulamalar.
Topluluk temelli sorumluluk fonlar	Yerel NBS uygulamalarının korunması ve sürekliliği için, topluluk örgütleri aracılığıyla yönetilen gönüllü vatandaş katkıları.	“Adopt-a-Park” veya “Cool Street” uygulamaları.
Yeşil tahviller / İklim tahvilleri	NBS dâhil olmak üzere iklim uyumu altyapısının finansmanına yönelik borçlanma araçları.	Yeşil koridorlar veya yağmur suyu parkları için belediye düzeyinde tahvil ihracı.
Ekosistem Hizmetleri için Ödemeler (PES)	Belediye varlıklarını koruyan orman, sulak alan veya tampon alanların muhafazası karşılığında arazi sahiplerine sağlanan teşvikler.	Yukarı havzalarda orman yönetimi yoluyla aşağı havzalarda taşkın riskinin azaltılması.

Bu mekanizmalar, NBS'nin yalnızca hibelere dayalı uygulamalar olarak kalması yerine, **ekonomik ve finansal sistemler** içinde kalıcı biçimde yer almasını destekler.

8.5 İşletme ve Bakım için Bütçeleme

Bakımın ihmal edilmesi, doğa temelli çözümlerin (NBS) beklenen performansı gösterememesinin en yaygın nedenlerinden biridir. Bu nedenle belediyeler, **işletme ve bakımı tasarım aşamasından itibaren planlamalı**; bu süreci sonradan eklenen bir unsur olarak değil, süreklilik arz eden bir hizmet olarak ele almalıdır.

Temel adımlar:

- **Açık sorumlulukların tanımlanması:** Her bir NBS alanı (parklar, yollar, su yönetimi, çevre vb.) için hangi birim veya kurumun sorumlu olduğunun netleştirilmesi.
- **Bakım kılavuzlarının hazırlanması:** Yapılacak işleri, sıklıklarını ve sorumlu personeli tanımlayan standart bakım prosedürlerinin oluşturulması.
- **Bütçe ayrılması:** C40 ve ICLEI tarafından önerildiği üzere, bakım için **yıllık olarak başlangıç yatırım maliyetinin %1–3'ünün ayrılması**.
- **Vatandaş katılımı:** Gönüllü programlar veya okul iş birlikleri yoluyla bakım süreçlerine topluluk katılımının teşvik edilmesi.

- **Performansa dayalı sözleşmeler:** Bakım hizmetlerinin, ölçülebilir çıktılar (ör. bitki örtüsü oranı, infiltrasyon hızı) içeren sözleşmeler yoluyla dışarıdan temin edilmesi.
- **İzleme:** Bakım kayıtlarının, sürekli işlevselliğin doğrulanması amacıyla İzleme ve Değerlendirme Çerçevesi göstergeleriyle ilişkilendirilmesi.

Tipik işletme ve bakım faaliyetleri şunları içerir:

- Bitki yağmur hendekleri ve su tutma havuzlarında biriken sediment ve atıkların temizlenmesi.
- Bitki örtüsünün budanması ve gerektiğinde yeniden dikim yapılması.
- Sulama ve drenaj sistemlerinin kontrol edilmesi.
- Erozyon oluşan veya zarar görmüş yüzeylerin onarılması.
- Kamusal NBS alanlarında düzenli güvenlik ve erişilebilirlik kontrollerinin yapılması.

8.6 Maliyet–Fayda Analizi ve Ekonomik Değerleme

Sürekli yatırımı gerekçelendirebilmek için belediyeler, doğa temelli çözümlerin sağladığı faydaların ekonomik değerini, geleneksel “gri” altyapı çözümleriyle karşılaştırmalı olarak ortaya koymalıdır.

Önerilen yöntemler:

- **Önlenen zararların hesaplanması:** NBS sayesinde engellenen sel ya da aşırı sıcaklık etkilerinin, geçmiş zarar verileri kullanılarak tahmin edilmesi.
- **Ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi:** Karbon tutumu, su filtrasyonu veya soğutma etkisi gibi faydaların yıllık alan bazında (€/ha/yıl) nicel olarak hesaplanması.
- **Sağlık ve refah göstergeleri:** Hava kalitesindeki iyileşme, ısı stresinin azalması ve rekreasyon olanaklarının ekonomik değerinin değerlendirilmesi.
- **Yaşam döngüsü maliyet analizi:** NBS ve gri altyapı alternatiflerinin yapım, bakım ve kullanım dışı bırakma aşamaları boyunca karşılaştırılması.

Bu tür ekonomik değerlendirme çalışmalarının fizibilite analizlerine entegre edilmesi hem finansman bulunmasını hem de siyasi desteğin güçlendirilmesini sağlar.

8.7 Mali Yönetim için Kurumsal Düzenlemeler

Kaynakların şeffaf ve etkin kullanımını sağlamak amacıyla belediyeler aşağıdaki adımları atmalıdır:

- Belediyenin yıllık planı içinde **NBS’ye özel bir bütçe kalemi** oluşturulması.
- Performansın ve bakım gereksinimlerinin izlenebilmesi için **NBS varlıkları ve maliyetlerine ilişkin bir envanterin** tutulması.
- Bütçe döngülerine erken aşamada entegre edilebilmesi için **Mali Hizmetler Birimi’nin** NBS Çalışma Gruplarına dahil edilmesi.
- Raporlama yükümlülüklerinin yerine getirilmesi amacıyla dış denetçiler veya bağışçılarla koordinasyon sağlanması.

Mümkün olan durumlarda, eş finansman olanaklarını artırmak için yerel NBS finansmanının bölgesel ve ulusal iklim bütçeleriyle ilişkilendirilmesi önerilir.

Özet

Doğa temelli çözümlerin finansmanı ve sürdürülebilir biçimde işletilmesi; hibeler, belediye bütçeleri, özel sektör ortaklıkları ve vatandaş sorumluluğuna dayalı yaklaşımların bir arada kullanıldığı **hibrit bir model** gerektirir. Bu yaklaşım hem kısa vadeli uygulamayı hem de uzun vadeli sürdürülebilirliği güvence altına alır.

NBS'nin **ana akım mali planlama** süreçlerine entegre edilmesi, **net bakım sistemlerinin** kurulması ve **ekonomik ile toplumsal getirilerin** somut biçimde ortaya konması sayesinde, Acara ve Marmara'daki belediyeler, proje sürelerinin çok ötesine uzanan kalıcı ve etkili doğa temelli yatırımlar gerçekleştirebilir.

9. Değerleme ve İletişim

Amaç

Doğa temelli çözümler (NBS), toplumsal, çevresel ve ekonomik açıdan çok sayıda fayda üretir; ancak bu faydalar, geleneksel maliyet-fayda çerçevelerinde çoğu zaman yeterince görünür kılınmaz ya da olduğundan düşük değerlendirilir.

Değerlemenin amacı; önlenen zararlar, ekosistem hizmetleri, refah düzeyindeki artış ve yerel kimliğin güçlenmesi gibi unsurlar dâhil olmak üzere, NBS'nin sunduğu **toplam değeri ölçmek ve etkili biçimde iletmektir**. Böylece karar alıcılar, finansman sağlayıcılar ve vatandaşlar, NBS'yi isteğe bağlı uygulamalar değil, **temel bir altyapı unsuru** olarak tanıyabilir.

Bu bölüm, **Acara Özerk Cumhuriyeti (Gürcistan)** ve **Kuzey Marmara (Türkiye)** bölgelerindeki belediyelere, NBS sonuçlarının değerlendirilmesi, parasal değerinin ortaya konması ve etkili biçimde tanıtılması yoluyla uzun vadeli siyasi ve mali desteğin nasıl sağlanabileceğine ilişkin uygulamaya dönük rehberlik sunmaktadır.

9.1 Değerlemenin Anlaşılması

Değerleme, **NBS'nin sağladığı faydaların ölçülebilir ve aktarılabilir bir değere dönüştürülmesi** sürecini ifade eder.

Bu süreç üç temel boyutu kapsar:

- **Nicel ölçüm:** Su tutma kapasitesi, sıcaklık düşüşü gibi fiziksel değişimlerin ölçülmesi.
- **Ekonomik değerlendirme:** Ekosistem hizmetlerine ve önlenen zararlara parasal değer atanması.
- **Toplumsal görünürlük:** NBS'nin olumlu etkilerinin vatandaşlar ve karar alıcılar tarafından fark edilmesinin sağlanması.

NBS faydalarının değerlendirilmesi sayesinde belediyeler:

- Yatırım gerekçelerini güçlendirebilir ve eş finansman kaynaklarını daha kolay çekebilir.
- NBS'nin kentsel ve altyapı planlamasının ana akım süreçlerine entegrasyonunu gerekçelendirebilir.
- Sonuçların şeffaf biçimde paylaşılması yoluyla kamusal desteği artırabilir.

9.2 NBS Fayda Kategorileri

Belediyeler, doğa temelli çözümlerin (NBS) ortaya çıkardığı sonuçları dört ana fayda kategorisi altında gruplandırabilir:

Kategori	Fayda örnekleri	Gösterge / metrik örnekleri
Çevresel	Hava ve su kalitesinde iyileşme, ekosistemlerin onarılması, kirliliğin azalması	Su tutma kapasitesi (m ³), PM2.5 azalımı (%), NDVI bitki örtüsü indeksi, biyoçeşitlilik sayımları
İklim ve risk azaltımı	Taşkın piklerinin düşmesi, kentsel mikro iklimlerin serinlemesi, heyelan riskinin azalması	Yüzey akışı azalımı (%), sıcaklık düşüşü (°C), yamaç stabilitesi puanı
Toplumsal ve sağlık	Refah düzeyinin artması, daha güvenli ve nitelikli kamusal alanlar, aşırı sıcaklara bağlı sağlık sorunlarının azalması	Kullanıcı sayısı, kamusal memnuniyet (%), sıcaklığa bağlı hastane başvuruları
Ekonomik	Önlenen zararlar, gayrimenkul değer artışı, turizm ve rekreasyon faydaları	Önlenen taşkın zararı (€), gayrimenkul fiyat artışı (%), turizm geliri (€/yıl)

Bu göstergeler, İzleme ve Değerlendirme Çerçevesi kapsamında seçilebilir ve düzenli olarak takip edilebilir (bkz. Bölüm 5).

9.3 Faydalara İlişkin Nicel Ölçüm ve Değerleme Yöntemleri

Belediyeler, sahip oldukları veri ve kurumsal kapasiteye bağlı olarak **nicel ve nitel yöntemlerin** bir kombinasyonunu kullanabilir.

1. Biyofiziksel nicel ölçüm

Su tutma miktarı, tutulan karbon, sıcaklık düşüşü veya bitki örtüsü artışı gibi fiziksel çıktılar ölçülür.

- Araçlar:** Hidrolojik modeller (SWMM, HEC-HMS), uydu verileri (Sentinel, Landsat), mikro iklim sensörleri.

2. Ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerlendirilmesi

Çevresel faydaların parasal karşılıkları aşağıdaki yöntemlerle tahmin edilir:

- Önlenen zarar maliyetleri:** NBS uygulanan alanların, taşkın, heyelan veya sıcak hava dalgalarına ilişkin geçmiş zarar verileriyle karşılaştırılması.
- İkame maliyeti yöntemi:** Aynı hizmetlerin gri altyapı yoluyla sağlanmasının ne kadara mal olacağının hesaplanması.
- Piyasa temelli değerlendirme:** Gayrimenkul değer artışları veya turizm gelirlerinin gösterge olarak kullanılması.
- Fayda transferi:** AB ve BM bünyesindeki mevcut veri tabanlarından elde edilen referans değerlerin kullanılması (örn. MAES, TEEB).

3. Toplumsal ve sağlık etkilerinin değerlendirilmesi

Yaşam kalitesi, güvenlik ve sağlık alanlarındaki iyileşmeler analiz edilir.

- Yöntemler:** Anketler, mülakatlar, halk sağlığı verileri, davranışsal gözlemler.
- Göstergeler:** Park kullanım oranları, algılanan konfor düzeyi, sıcak hava dalgaları sırasında hastane başvurularındaki azalma.

4. Çok Kriterli Karar Analizi (MCDA)

Parasal değerlemenin mümkün olmadığı durumlarda, NBS performansı; çevresel etki, toplumsal eşitlik, uygulanabilirlik ve bakım maliyeti gibi ağırlıklandırılmış kriterler üzerinden değerlendirilerek planlama ve yatırım kararlarına destek sağlanır.

9.4 NBS Sonuçlarının İletilmesi

Şeffaf ve etkili iletişim, NBS kapsamında elde edilen kazanımların tanınmasını ve başka alanlarda da uygulanmasını sağlar.

Bu nedenle belediyeler hem uzman kitleleri hem de vatandaşları hedefleyen **çok kanallı bir iletişim stratejisi** benimsemelidir.

Temel adımlar:

- **Görsel anlatım:** Öncesi/sonrası haritalar, fotoğraflar ve infografikler aracılığıyla somut iyileşmelerin görünür kılınması.
- **Yıllık NBS raporları:** Sonuçların, maliyetlerin ve yan faydaların herkesin anlayabileceği bir dille özetlenmesi.
- **Kamusal panolar (dashboard):** İzleme sonuçlarının çevrim içi olarak paylaşılması (yeşil alan haritaları, önlenen taşkın olayları, sıcaklık eğilimleri vb.).
- **Topluluk etkinlikleri ve kampanyalar:** Farkındalığın sürekliliğini sağlamak amacıyla “NBS Günleri”, okul yarışmaları veya gönüllü faaliyetlerin düzenlenmesi.
- **Medya iş birlikleri:** Yerel gazete ve radyolarla iş birliği yapılarak NBS başarı hikâyelerinin kamuoyuyla paylaşılması.
- **Politika notları:** Bölgesel ve ulusal düzeydeki kurumlara yönelik, nicel sonuçları ve çıkarılan dersleri öne çıkaran kısa ve odaklı belgelerin hazırlanması.

Etkili iletişim, teknik performans verilerinin **politika etkisine** ve **kamusal güvene** dönüşmesini sağlar.

9.5 Başarıların Paylaşılması ve Ölçeklendirme

NBS'ye ilişkin pilot projelerin başarısının ortaya konması, bu projelerin başka alanlarda da yaygınlaştırılması açısından kritik öneme sahiptir.

Bu kapsamda belediyeler:

- Pilot projelerini; tasarım süreci, elde edilen sonuçlar ve bakım gereksinimlerini özetleyen **“NBS Bilgi Föyleri”** aracılığıyla belgeleyebilir.
- Elde edilen sonuçları **bölgesel ve uluslararası platformlarda** (Interreg, ICLEI, C40, Avrupa Çevre Ajansı ağları) paylaşabilir.
- Yöntem ve şablonları, akran öğrenimini desteklemek amacıyla **NBS-CORES platformu** üzerinden erişime açabilir.
- Görünürlüğü artırmak amacıyla üniversiteler ve sivil toplum kuruluşlarıyla **ortak yayınlar ve teknik bilgi notları** hazırlayabilir.

Sonuçların sistematik biçimde paylaşılması, diğer belediyelerin benzer doğa temelli çözümleri benimsemesini teşvik ederek bölgesel etkiyi artırır.

9.6 Karar Alıcılar için Kilit Mesajlar

- **NBS bir süsleme değil, altyapıdır.** Ölçülebilir risk azaltımı ve somut ekonomik değer üretir.
- **Değerleme yatırımı tetikler.** Nicel olarak ortaya konan yan faydalar hem kamu hem de özel finansman kaynaklarını çeker.
- **İletişim meşruiyet sağlar.** Şeffaf raporlama, siyasi ve toplumsal desteği güçlendirir.
- **Yaygınlaştırma anlatı gerektirir.** Başarılı her pilot proje, başkalarının öğrenebileceği bir örnek çalışmaya dönüştürülmelidir.

Özet

Değerleme ve iletişim, doğa temelli çözümleri tekil uygulamalar olmaktan çıkararak dirençli kalkınma için **stratejik bir yatırım alanına** dönüştürür. Ekosistem hizmetlerinin ölçülmesi, sonuçların ekonomik karşılıklarla ifade edilmesi ve başarı hikâyelerinin açık biçimde paylaşılması sayesinde, **Acara ve Marmara**'daki belediyeler sürekli yatırımın önünü açabilir, kamusal güveni pekiştirebilir ve uzun vadeli politika entegrasyonunu güçlendirebilir. Bu sayede NBS, yalnızca iklim risklerine verilen bir yanıt değil; sürdürülebilir, kapsayıcı ve geleceğe dönük belediye yönetiminin görünür bir göstergesi hâline gelir.

10. Ekler (Şablonlar)

Ek A. Risk ve Ekosistem Değerlendirme Kontrol Listesi

Bu kontrol listesi, belediyelerin yerel tehlikeleri, ekosistem koşullarını ve doğa temelli çözümler (NbS) için mevcut fırsatları belirlemek amacıyla başlangıç (temel) verilerini toplamasına yardımcı olur. Liste, NbS planlama çerçevesinin 1. Adımını – *Risklerin ve Varlıkların Değerlendirilmesini* destekler.

Kategori	Temel Sorular / Gerekli Veriler	Veri Kaynağı / Araç
1. Tehlikelerin belirlenmesi	Başlıca iklim kaynaklı tehlikeler nelerdir (taşkın, heyelan, kuraklık, sıcak hava dalgaları, kıyı erozyonu, orman yangınları)?	Belediyelerin afet risk azaltma planları, geçmiş zarar verileri, CBS tabanlı tehlike haritaları
2. Maruziyet haritalaması	Hangi ilçeler, varlıklar veya nüfus grupları en fazla risk altındadır?	Yerel kadastro haritaları, demografik veriler
3. Kırılganlık analizi	Kırılganlığın başlıca belirleyicileri nelerdir (arazi kullanımı, yoksulluk, ormansızlaşma, yetersiz drenaj vb.)?	Saha çalışmaları, belediye istatistikleri
4. Ekosistem envanteri	Hangi doğal ekosistemler mevcuttur (ormanlar, sulak alanlar, kumullar, nehirler)? Hangi hizmetleri sunmaktadırlar?	Arazi örtüsü haritaları, uydu görüntüleri, uzman görüşleri
5. Ekosistem bozulması	Hangi alanlarda ekosistemler bozulmuş veya parçalanmıştır?	Arazi kullanımı eğilimleri, erozyon haritaları
6. Kurumsal hazırlık düzeyi	Afet risk azaltımı ve yeşil altyapı alanlarında hangi belediye birimleri veya paydaşlar görev almaktadır?	Kurum içi görev ve sorumluluk haritalaması
7. Paydaş katkısı	Risk değerlendirme sürecinde yerel topluluklar veya STK'lar sürece dahil edilmiş midir?	Toplantı kayıtları, katılımcı haritalama çıktıları

Ek B. NBS Tasarımı için Örnek İş Tanımı (ToR)

Bu şablon, belediyelerin doğa temelli çözümlere yönelik fizibilite çalışmaları veya tasarım hizmetleri temin ederken kullanacakları İş Tanımı (ToR) belgelerinin hazırlanmasını destekler.

Bölüm	Açıklama / Gereklilikler
1. Arka plan	Belediyeye ilişkin kısa tanım, belirlenen riskler ve NBS müdahalesinin gerekçesi.
2. Amaçlar	Yüklenici/uzman, [belirli risk]'i azaltmaya yönelik seçilen doğa temelli çözümler için teknik tasarımlar ve maliyet tahminleri hazırlayacaktır.
3. İşin kapsamı	- Saha incelemesi ve başlangıç (temel) etüt çalışmaları. - Tasarım konsepti ve teknik çizimler. - Maliyet-fayda analizi ve bakım planı. - Uygulama ve aşamalandırma takvimi.
4. Beklenen çıktılar	- Başlangıç raporu (mevcut durum değerlendirmesi). - Ön tasarım raporu. - Nihai tasarım paketi (çizimler, keşif özeti/BoQ, yapım için İş Tanımı). - Bakım ve izleme rehberi.
5. Süre ve zaman planı	Gözden geçirme süreçleri dâhil olmak üzere öngörülen süre: 3–6 ay.
6. Gerekli uzmanlık	Çok disiplinli ekip: çevre mühendisi, peyzaj mimarı, hidrolog, ekolojist ve CBS uzmanı.
7. Koordinasyon ve raporlama	Yüklenici, Belediye NBS Çalışma Grubu'na raporlama yapar ve çevre, altyapı ve planlama birimleriyle koordinasyon içinde çalışır.
8. Referanslar	Avrupa Yeşil Mutabakatı, Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi, ulusal iklim stratejileri ve bu Rehber doküman.

Ek C. İzleme Planı Tablosu (Anahtar Performans Göstergesi / Ana Etki Göstergesi)

Bu tablo, uygulanan NbS performansının kaydedilmesi, izlenmesi ve raporlanması için standart bir şablon sunar.

NbS Projesi / Alan: [Proje adı / Konum giriniz]

Gösterge	Kategori	Başlangıç Değeri	Hedef	İzleme Sıklığı	Sorumlu Birim	Veri Kaynağı / Araç
Pik yüzey akışı azalımı (%)	Hidrolojik	%0	%30	Mevsimsel	Altyapı Birimi	Yağış ölçerler, modeller
Bitki örtüsü oranı (%)	Ekolojik	%20	%35	Yıllık	Parklar ve Yeşil Alanlar Birimi	Drone / uydu görüntüleri
Yüzey sıcaklığı düşüşü (°C)	İklim / Kentsel	0	-2,0	Yıllık (yaz dönemi)	Çevre Birimi	Termal görüntüleme
Biyçeşitlilik endeksi	Ekolojik	Belirlenecek	+%10	Yıllık	STK'lar / Okullar	Saha gözlemleri
Toplumsal memnuniyet (%)	Toplumsal	%60	%80	Yıllık	İletişim Birimi	Anketler, mülakatlar

Ek D. Bakım Programı Şablonu

Bu şablon, belediyelerin her bir NbS alanı için düzenli bakım faaliyetlerini planlamasına ve bütçelemesine yardımcı olarak, uzun vadeli işlevsellik ve performansın korunmasını amaçlar.

NBS Türü / Alan	Faaliyet	Sıklık	Sorumlu Birim	Notlar / Gerekli Ekipman
Bitki yağmur hendeği / yağmur bahçesi	Biriken atık ve sedimentin temizlenmesi	Aylık (yağışlı dönem)	Fen İşleri	Eldiven, temizlik ekipmanları
Bitkilendirilmiş yamaç	Bitki budaması, erozyon kontrolü	Üç aylık	Çevre Birimi	Yamaç incelemesiyle birlikte yapılabilir
Sulak alan / su tutma havzası	Su seviyesi ve akışın kontrolü	Aylık	Su Yönetimi Birimi	Girişleri tıkayan aşırı büyümeden kaçınılmalı
Kentsel ağaçlar / yeşil koridorlar	Budama, yeniden dikim, kök kontrolü	Mevsimsel	Parklar Birimi	Yerel okullar/topluluklarla iş birliği
Kumul veya kıyı bitki örtüsü	Çitler ve bitkilendirmenin kontrolü	Altı aylık	Kıyı Yönetimi Birimi	Büyük fırtınalar sonrası kontrol
Yeşil çatılar / cepheler	Sulama sistemi ve substratın kontrolü	Aylık (yaz dönemi)	Bina sahipleri / kamu – özel sektör ortakları	Sızdırmazlık korunmalı

Ek E. Finansman Olanakları Föyü

Bu föy, belediyelere NBS'nin uygulanması ve ölçeklendirilmesi için potansiyel finansman araçlarını belirlemede başlangıç noktası sunar.

Finansman Kaynağı / Program	Tür	Uygun Faaliyetler	Gösterge Niteliğinde Hibe / Kredi Tutarı	İletişim / Bağlantı
Interreg NEXT Karadeniz Havzası 2021–2027	Hibe (AB)	Sınır ötesi NbS, iklim uyumu, bölgesel iş birliği	250 bin € – 1 milyon €	https://blackseabasin.eu
AB LIFE Programı (Çevre ve İklim)	Hibe	Biyoçeşitlilik, su yönetimi, iklim uyumu, kentsel yeşillendirme	500 bin € – 5 milyon €	https://cinea.ec.europa.eu/life_en
Ufuk Avrupa – “İklim Değişikliğine Uyum” Misyonu	Hibe	Pilot ve gösterim projeleri	2 milyon € – 5 milyon €	https://ec.europa.eu/info/funding-tenders
Avrupa Yatırım Bankası (AYB) – Doğal Sermaye Destek Programı (NCFF)	Kredi + Teknik destek	Büyük ölçekli NBS yatırımları, kentsel dirençlilik	1 milyon € – 15 milyon €	https://www.eib.org/en/products/mandates/ncff
Green City Facility / EBRD Yeşil Şehirler	Kredi + Hibe	Kentsel dirençlilik, enerji ve yeşil altyapı	Değişken	https://ebrdgreencities.com
Ulusal İklim veya Çevre Fonları (Gürcistan / Türkiye)	Hibe / Teşvik	Belediyelere yönelik uyum projeleri, ağaçlandırma, taşkın kontrolü	50 bin € – 500 bin €	Ulusal bakanlıklar
KSS ve Kurumsal Ortaklıklar	Bağış / PPP	Ağaçlandırma, park rehabilitasyonu, farkındalık kampanyaları	10 bin € – 100 bin €	Yerel şirketler
Topluluk Temelli Sorumluluk Fonları	Yerel vergi / kitlesele fonlama	Bakım faaliyetleri ve küçük ölçekli NBS projeleri	5 bin € – 50 bin €	Belediye koordinasyonu

Rehbere İlişkin Genel Bilgiler

1. Onaylanan Başvuru Formu'na Göre:

- **Amaç:** Belediyelerin **kendi NBS stratejilerini geliştirmelerine ve uygulamalarına** destek olmak.
- **Kapsam:** **Yerel bağlamı, iyi uygulama örneklerini** ve ortak ülkelerden (Gürcistan, Türkiye, Yunanistan) **pratik adımları** içermek.
- **Hazırlayan:** **FRI (ELGO DIMITRA), WRI Türkiye'nin** desteğiyle.
- **Diller:** İngilizce → Gürcüce ve Türkçeye çevrilecek.
- **Kullanıcılar:** 13 belediye (6 Acara + 7 Marmara) ile STK'lar ve bölgesel kurumlar.
- **Takip süreci:** Rehberi tanıtmak ve test etmek amacıyla kapasite geliştirme oturumları düzenlenecek; kullanım ve benimsemeye ilişkin geri bildirimler anketlerle toplanacak.

Başvuru Formu'nun genel anlatısı doğrultusunda Rehber ayrıca:

- **Faaliyet 1.3 (NBS Eylem Planı) ve Faaliyet 1.4'ü (Kapasite Geliştirme Eğitimi)** desteklemelidir.
- AB politika ve çerçeveleriyle uyumlu olmalıdır: **Avrupa Yeşil Mutabakatı, Yeni Avrupa Bauhaus'u, Ortak Denizcilik Gündemi, Adriyatik ve İyon Denizleri için AB Stratejisi, Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi ve Paris Anlaşması.**
- Her iki ülke için tanımlanan riskleri yansıtmalıdır: **taşkınlar, heyelanlar, kuraklık, sıcak hava dalgaları, kıyı erozyonu, orman yangınları ve depremler.**
- **Sınır ötesi iş birliğini, politika ana akımlaştırmasını ve topluluk katılımını** entegre etmelidir.
- **Ekosistem Temelli Afet Risk Azaltımı** yaklaşımını ve **Önemli Zarar Vermeme (Do No Significant Harm)** ilkesini teşvik etmelidir.

2. Rehberi alacak belediyeler

Onaylanan **NBS-CORES Başvuru Formu'na (C.2.4 Hedef Gruplar)** göre Rehber aşağıdaki belediyelere iletilecektir:

GE Acara Bölgesi – Gürcistan (6 belediye) Acara Bölgesi'nin başlıca riskleri: dağlık alanlar, ani taşkınlar ve yamaç kaynaklı tehlikeler.

1. Khulo
2. Shuakhevi
3. Keda
4. Khelvachauri
5. Kobuleti
6. Batum Büyükşehir Belediyesi

TR Kuzey Marmara Bölgesi – Türkiye (7 belediye) - Marmara Bölgesi'nin başlıca riskleri: kentsel ısı, sıcak hava dalgaları, kıyı alanları ve su stresi

- | | |
|----------------|-------------|
| 7. İstanbul | 11. Kocaeli |
| 8. Tekirdağ | 12. Sakarya |
| 9. Edirne | 13. Yalova |
| 10. Kırklareli | |

NEXT Black Sea Basin

Toplamda **13 belediye**, Doğa Temelli Çözümler Geliştirme ve Uygulama Rehberi'ni alacak ve buna eşlik eden kapasite geliştirme eğitimlerine katılacaktır.

Bu belediyeler birlikte **altı farklı risk grubunu** kapsamaktadır:

- Taşkınlar / ani taşkınlar
- Heyelanlar / erozyon
- Kuraklık / su kıtlığı
- Sıcak hava dalgaları / kentsel ısı
- Kıyı taşkınları / kıyı erozyonu
- Orman yangınları (ikincil risk, yalnızca Marmara Bölgesi)

3. Belediyelerin karşı karşıya olduğu başlıca iklim kaynaklı riskler

Bölge	Tipik riskler (Başvuru Formu C.2.1 ve Masa Başı Çalışması doğrultusunda)	Baskın risk türleri
Acara (Gürcistan)	• Yoğun yağış → ani taşkınlar ve heyelanlar • Çamur seli, kaya düşmeleri, nehir kıyısı erozyonu • Uzun kurak dönemlerde kuraklık • Alçak kotlarda zaman zaman sıcaklık stresi • Batum'da kıyı taşkınları ve kıyı erozyonu	Taşkınlar ve heyelanlar en sık tekrar eden başlıca risklerdir
Kuzey Marmara (Türkiye)	• Kentsel ve kıyı taşkınları • Sıcak hava dalgaları / kentsel ısı adası etkisi • Kıyı yamaçlarında heyelanlar • Su stresi / kuraklık • Kıyı erozyonu (Karadeniz, Marmara Denizi) • Yaz aylarında orman yangınları ve hava kirliliği	Taşkınlar, sıcak hava dalgaları, kuraklık ve heyelanlar baskındır