

# Serebral Palside Botulinum Toksin Enjeksiyonu Sonrası Güncel Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yaklaşımları

## Current Physiotherapy and Rehabilitation Approaches After Botulinum Toxin Injection in Cerebral Palsy

Pelin ATALAN EFKERE<sup>1 A,B,C,D,E,F</sup>, Bülent ELBASAN<sup>1 A,B,D,F,G</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye

### ÖZ

Serebral Palsi (SP) yenidoğanın gelişmemiş beyinde meydana gelen kalıcı bir hasarın ardından postür ve harekette problemlerle sonuçlanan bir dizi bozukluğu ifade eden şemsiye bir terimdir. SP'de önemli ve oldukça sık görülen bir bozukluk olan spastisitenin yönetiminde Botulinum Toksin (BoNT) enjeksiyonlarından sıklıkla faydalanılmaktadır. BoNT enjeksiyonları tek başına lokal spastisiteyi belli bir süreliğine azaltsa da, elde edilen kazanımların korunması ve fonksiyonların iyileştirilmesi için çeşitli fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarına ihtiyaç duyulur. Ancak literatürde BoNT enjeksiyonları sonrası fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarına yönelik bir uzlaşma bulunmamaktadır. Bu derlemenin amacı SP'li bireylerde spastik kaslara yapılan BoNT enjeksiyonlarının ardından uygulanan güncel fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımlarının özetlenmesi, literatürdeki yerlerinin kanıt düzeyleri vurgulanarak incelenmesi ve etkinliklerinin özetlenmesidir.

**Anahtar Kelimeler:** Serebral palsi, Botulinum toksin, Fizyoterapi, Rehabilitasyon.

### ABSTRACT

Cerebral Palsy (CP) is an umbrella term that refers to a set of disorders that result in problems with posture and movement following permanent damage to the newborn's immature brain. Botulinum Toxin (BoNT) injections are frequently used in the management of spasticity, which is an important and very common disorder in CP. Although BoNT injections alone reduce local spasticity for a certain period of time, various physiotherapy and rehabilitation applications are needed to maintain the gains achieved and improve functions. However, there is no consensus in the literature regarding physiotherapy and rehabilitation practices after BoNT injections. The aim of this review is to summarize the current physiotherapy and rehabilitation approaches applied after BoNT injections into spastic muscles in individuals with CP, to examine their place in the literature by emphasizing their level of evidence, and to summarize their effectiveness.

**Key Words:** Cerebral palsy, Botulinum toxin, Physiotherapy, Rehabilitation.

## 1. GİRİŞ

Serebral Palsi (SP) yenidoğanın gelişmemiş beyinde meydana gelen kalıcı bir hasarın ardından postür ve harekette problemlerle sonuçlanan bir dizi bozukluğu ifade eden şemsiye bir terimdir (1-3). SP'de en sık görülen problemlerden biri spastisite kaynaklı hipertonusdur (4,5). Günümüzde spastisite yönetiminde oral medikasyonlar, intratekal baklofen, botulinum toksin enjeksiyonu ve çeşitli cerrahi müdahaleler kullanılmaktadır (6-8). Botulinum toksin (BoNT)

**Sorumlu Yazar:** Pelin ATALAN EFKERE

Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye  
pelinatalan@gazi.edu.tr

Geliş Tarihi: 16.02.2024 – Kabul Tarihi: 25.04.2024

Yazar Katkıları: A) Fikir/Kavram, B) Tasarım, C) Veri Toplama ve/veya İşleme, D) Analiz ve/veya Yorum, E) Literatür Taraması, F) Makale Yazımı, G) Eleştirel İnceleme

enjeksiyonları sıklıkla spastisitenin yoğun olarak görüldüğü ayak bileği plantar fleksörleri, diz fleksörleri, kalça addüktörleri, kalça fleksörleri ve ön kol pronatörlerine uygulanmaktadır (9). BoNT enjeksiyonları tek başına fokal spastisiteyi geçici süreyle azaltmada yüksek kanıt düzeyiyle etkilidir. Ancak fiziksel fonksiyonun iyileştirilmesi ve korunması için fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları olmazsa olmazdır (10-12). Bu derlemenin amacı BoNT enjeksiyonları sonrasında eklem hareket açıklığının artırılması, fonksiyonun kazanılması ve korunması gibi etkileri olan güncel fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarının literatürdeki yerlerinin ve sonuçlarının özetlenmesidir.

### **Spastisite ve Botulinum Toksin**

Spastisite SP'de en sık görülen üst motor nöron bulgusu olarak karşımıza çıkmaktadır (13). Spastisite ve spastisite ile ilişkili bozukluklarla (kontraktür, fonksiyon kaybı vb.) mücadele SP'li bireylerle çalışan fizyoterapistlerin günlük pratiklerinin önemli bir kısmını tutar (14). SP'de spastisitenin en sık tuttuğu kaslar triseps surae, hamstringler, rektus femoris, psosas majör, kalça addüktörleri, omuz dış rotatörleri, ön kol pronatörleri, dirsek bilek ve parmak fleksörleridir (4,15). BoNT enjeksiyonları spastisitenin tedavisi için 1990'dan beri SP'li çocuklarda kullanılmaktadır (16,17). Botulinum toksinleri en güçlü biyolojik zehirlerden biri olan nörotoksinlerdir. BoNT tarihsel süreçte yalnızca SP'de spastik kasın tedavisinde değil, şaşılık, blefarospazm, yüz distonisi, tortikollis ve spastik disfoni gibi çeşitli nörolojik ve oftalmojik hastalıklarda da kullanılmıştır (16,17). BoNT, enjekte edildiği kas gruplarının nöromusküler kavşaklarında asetilkolin salınımını inhibe etmesi yoluyla etki göstermektedir. Bu durum nöromusküler sinaptik iletinin ilerleyişinin engellenmesi ve kasta denervasyon ile sonuçlanır (18) ve BoNT bu sayede spastik kasın güçlü kasılmalar oluşturma yeteneğini azaltır (19). BoNT'un klinik etkisi 3-6 ay sürer. Ardından nörosinaptik aralıkta yeni aksonlar filizlenir ve iyileşme ortaya çıkar (20). BoNT, SP'li bireylerde en sık dinamik kontraktürleri tedavi etmekte kullanılmaktadır (9). Literatür incelendiğinde BoNT enjeksiyonlarının daha çok alt ekstremitte kaslarına uygulandığı çalışmalar dikkati çekmektedir (21). BoNT enjeksiyonlarının tonusun azalması ve eklem hareket açıklığının artması gibi etkileri bulunmakla birlikte bu etkilerin korunabilmesi ve fonksiyon kazanımı için fizyoterapi müdahalelerine ihtiyaç duyulur (20,22).

BoNT güvenli ve iyi tolere edilen bir uygulama olmasına rağmen, kasta morfolojik düzeyde değişikliklere de yol açmaktadır. Kas kütle ve kuvvetinde kayıp görülen ilk değişikliklerdir. Kas morfolojisindeki değişiklikler tartışmalı olmakla birlikte, tekrarlı BoNT-A enjeksiyonlarıyla medial gastroknemius kasında Tip 1 liflerinde kayıp olduğu ve Tip 2 liflerin baskın geldiği saptanmıştır (23). Ayrıca tekrarlı BoNT-A enjeksiyonlarının kasın büyüme hızını azalttığı raporlanmıştır (24). Bu değişiklikler de göz önünde bulundurulduğunda fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarının BoNT enjeksiyonu sonrasında kasın eski morfolojik özelliklerine kavuşması ve yeni fonksiyonların kazanımı için gerekli ve zorunlu olduğu ortaya çıkmaktadır.

## **Botulinum Toksin Enjeksiyonu Sonrası Fizyoterapi ve Rehabilitasyon**

### *Kas germe egzersizleri*

Germe, kasın esnekliğini ve uzunluğunu artırmak veya korumak amacıyla kabul edilen normal hareket sınırları içinde manuel olarak veya cihazlar yardımıyla uygulanır (25). Spastisite yönetiminde kas germe prosedürlerinin amacı, kas tonusunu normalleştirme, yumuşak doku uzayabilirliğini artırma ve kontraktürleri önleme yoluyla eklem hareketini arttırmak ve korumaktır (26). Germenin, kas, tendon ve nöral dokular gibi diğer yumuşak dokuların viskoz deformasyonunu ve ardından yapısal adaptasyonunu içeren bir mekanizma yoluyla yumuşak dokuların uzayabilirliğini arttırdığı varsayılmaktadır (26-28). Kas germe; pasif germe, aktif germe, uzun süreli pozisyonlama aracılığı ile germe, izotonik ve izokinetik germe olarak ayrılabilir çeşitli şekillerde uygulanabilmektedir (26). Germenin, nörolojik rahatsızlığı olan ya da olmayan bireylere 7 aydan daha kısa bir süre boyunca uygulandığında kontraktür oluşumunu önlemek için klinik olarak önemli etkilere sahip olmadığına dair yüksek kalitede kanıtlar bulunmaktadır (25).

Literatürde SP'li çocukların spastik kaslarına uygulanan germe türlerinin etkinlikleri sıklıkla incelenmiştir. Özellikle uzun süreli pozisyonlama ile germe egzersizlerinin kas-tendon özelliklerini değiştirmede etkili olduğu raporlanmıştır (25,29). Yine literatür incelendiğinde SP'li çocuklarda BoNT enjeksiyonu sonrası pasif ya da aktif germenin tek başına etkisini inceleyen iyi planlanmış randomize kontrollü çalışmaların eksikliği dikkati çekmektedir. Öte yandan SP rehabilitasyonunun tüm aşamalarda bir bütün olduğu göz önünde bulundurulursa çalışmalarda alçılama-ortezleme-kuvvetlendirme ve germe yaklaşımlarının bir arada yer alması kaçınılmaz olacaktır. Aydil ve ark. 4-8 yaş arası non-ambulator SP'li çocuklarda gastroknemius ve hamstring kaslarına uygulanan çok seviyeli BoNT enjeksiyonu, ardından uygulanan 10 günlük alçılama ve ardından uygulanan 12 haftalık fizyoterapi ve rehabilitasyon programının spastisite üzerine etkilerini incelemişlerdir. Fizyoterapi ve rehabilitasyon programı solid ayak-ayak bileği ortezi kullanımına ek olarak spastik kasların germesini ve antagonist kasların kuvvetlendirmesini içermiştir. BoNT uygulanan kasların spastisite derecesinin 1. ve 3. ayda başlangıca göre düştüğü görülmüştür. Yazarlar her bir uygulamanın etkisinin ayrı ayrı incelenmesi yerine tüm uygulamaların bütüncül etkisini incelemiş ve bunu bir limitasyon olarak kaydetmişlerdir. Bahsi geçen çalışmanın bu anlamda BoNT enjeksiyonu sonrası tek başına kas germenin etkinliğini ortaya koymadığı sonucu çıkarılabilir. Ancak uygulamaların büyük bir kısmını kas girmeyi sağlayan tekniklerden oluştuğu da göz önünde bulundurulmalıdır (30).

Germe egzersizlerine yer verilen bir başka çalışmada, 5-14 yaş arası plantar fleksör kaslarına BoNT uygulanan ambulator SP'li çocuklar 12 haftalık rehabilitasyon programına tabi tutulmuşlardır. Çocuklar iki gruba ayrılmış, gruplardan birine duvar kenarında gastroknemius ve hamstring kas gruplarına germe, yürüme ve denge eğitimi verilmiştir. Diğer gruptaki çocuklara ise ek olarak dirençli kuvvetlendirme eğitimi verilmiştir. Çalışmanın sonuçları her iki gruptaki çocukların ayak bileği kas fonksiyonunun iyileştiğini göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçları da BoNT sonrası germenin tek başına etkinliğine ilişkin veri sağlamada yetersiz olarak görünmektedir (31).

İncelememiz sonucunda literatürün BoNT enjeksiyonları sonrasında özellikle terapistin uyguladığı pasif germelerin etkinliğini gösteren çalışmalar açısından kısıtlı olduğu, germe uygulamalarının BoNT enjeksiyonu sonrasında dikkatli yapılması gerektiği sonucuna

ulaşılabilir (30,31). Öte yandan çocuğun kendisinin uyguladığı aktif germelerin literatürde uygulanan programlar içerisinde yer aldığı görülmektedir (31). Uzun süreli pozisyonlama ile germe uygulamaları ise BoNT enjeksiyonları sonrasında etkilerin korunması için sıklıkla önerilmekte olup, bir sonraki başlıkta incelenecektir (29).

### *Alçılama ve Ortezleme*

Alçılama özellikle plantar fleksör kaslara yapılan BoNT enjeksiyonları sonrasında ortopedist hekimler tarafından ayak bileğine sıklıkla uygulanan bir yöntemdir. Non-invaziv ve ucuz bir yöntem olması yönüyle tercih sebebidir (29,32,33). Alçılama ortopedik bir müdahale olmakla birlikte kasın uzun süreli pozisyonlanması aracılığıyla germe yöntemlerinden biri olduğundan bu bölümde tartışılacaktır. Alçılama BoNT enjeksiyonun hemen ardından yapılabildiği gibi enjeksiyonun etkisini en yüksek düzeyde gösterdiği 8.-10. günler civarında da yapılabilmektedir. Alçılama tek seferlik 7-10 günlük bir süreyle yapılabilmektedir (34,35). Seri alçılama da sık kullanılan bir alçılama yöntemidir. Seri alçılama, kasın ve kası çevreleyen yumuşak doku yapılarının uzayabilirliğini dereceli olarak arttırmayı amaçlayan, bir kasın uzun bir süre boyunca uzatılmış bir pozisyonda immobilizasyonu yoluyla uygulanan bir yöntemdir. Seri alçılamada, 5-7 günlük alçılar her seferinde eklem yeni pozisyona alınarak toplamda 3 kez tekrarlanır. SP’li çocuklarda ayak bileğine yapılan seri alçılamanın etkilerini inceleyen bir meta analiz, seri alçılamanın ayak bileği dorsifleksiyon eklem hareket açıklığını arttırdığını, hipertonusu kısa dönemde azaltarak fonksiyonel yürüyüşü iyileştirdiğini raporlamıştır (34,35). Novak ve ark. 2020 yılında yayınladıkları “trafik ışıkları” meta analizinde alçılamanın tek başına ya da BoNT enjeksiyonu sonrasında uygulanmasını “yeşil ışık” bir başka deyişle “yap” kategorisinde tanımlamışlardır. Yazarlar seri alçılamanın kontraktürleri engellemede ve BoNT enjeksiyonu sonrası eklem hareket açıklığını korumada yüksek kanıt düzeyiyle etkili olduğu ifade etmiştir (10). Hayek ve ark. 2010 yılında yaptıkları çalışmada gastroknemius kasına BoNT enjeksiyonu yapılan 3-5 yaş arasındaki SP’li 20 çocuğu iki gruba ayırmışlar, bir grup yalnızca rehabilitasyon programına tabi tutulmuş, diğer grup ise 2 haftalık inhibitör alçılamanın ardından rehabilitasyona programına alınmıştır. Çalışmanın sonunda yazarlar inhibitör alçılama yapılan grubun yürüyüş karakteristiklerinin daha iyi olduğunu belirtmişlerdir (36). Lee ve ark. 2011 yılında yaptıkları çalışmada ise gastroknemius kaslarına BoNT enjeksiyonu yapılan 29 SP’li çocuğu iki gruba ayırmış, bir gruptaki çocuklara enjeksiyonun 3 hafta sonrasında başlayarak 3 kez alçı değişimi içeren seri alçılama protokolü uygulamışlardır. Diğer gruptaki çocuklara ise seri alçılama yapılmamış, her iki gruptaki çocuklar 12 hafta boyunca haftada 1 kez 30 dakikadan oluşan seanslarla olmak üzere fizyoterapi programına tabi tutulmuşlardır. Çalışma sonunda ayak bileklerine seri alçılama yapılan gruptaki çocuklarda eklem hareket açıklığının daha uzun süre korunduğu gözlenmiştir (21). BoNT enjeksiyonu sonrası seri alçılama yapılan ve yapılmayan SP’li çocukların 3 aylık sürede eklem hareket açıklığı ve spastisite derecelerini karşılaştıran Tedrof ve ark. ise yukarıda bahsi geçen çalışmalara karşıt şekilde, iki grup arasında klinik anlamlılık taşıyan bir farka rastlamamışlardır (37). Literatürde karşıt sonuçlara rastlanan çalışmalar bulunsa da SP’li çocuklarda BoNT enjeksiyonları sonrasında seri alçılamanın BoNT’un etkilerini korumakta etkili olduğu ve yüksek kanıt düzeyiyle önerildiğini görebilmekteyiz.

Ortezler, kasın fonksiyon kaybı durumunda fonksiyonun yerini almayı amaçlayan ortopedik yardımcılarıdır. Ortezler SP'li çocuklarda sıklıkla ayakta durma, yürüme gibi fonksiyonları desteklemek, kontraktürlerin önüne geçmek veya düzeltmek amacı ile kullanılır (38,39). Ortezleme, SP'li çocukların hayatında BoNT enjeksiyonu olmaksızın da önemli yer tutan ve uzun süreli pozisyonlama ile germe sağlayan uygulamalardan biridir (39). Aydil ve ark. çalışmalarında BoNT enjeksiyonunun ardından fizyoterapi ve rehabilitasyon protokolüne tabi tuttukları SP'li çocukların solid ayak-ayak bileği ortezi kullandığını raporlamışlardır. 12 hafta süren programın ardından çocukların plantar fleksör kaslarındaki spastisitede azalma saptayan yazarlar, ortezlemenin etkilerine dair ayrıca tartışmamışlardır (30). SP'li çocuklarda rutinde ayak-ayak bileği ortezi kullanımının etkileri uzun yıllardır çalışılmış ve ortezlemenin olumlu, yüksek kanıt düzeyine sahip etkileri sistematik derleme ve meta analizler aracılığı ile de vurgulanmıştır (38,40). Ancak literatürde BoNT enjeksiyonu sonrası ortezlemenin etkilerini ve etkinliğini inceleyen çalışmalar kısıtlı gözükmektedir. Novak ve ark. BoNT enjeksiyonu ve ortezlemeyi birlikte el fonksiyonlarını iyileştirmede "sarı ışık (muhtemelen yap)" kategorisinde değerlendirmişlerdir (10). Bu durumun çalışmaların sayısındaki kısıtlılık nedeniyle ortaya çıktığı değerlendirilebilir. Her ne kadar BoNT enjeksiyonları sonrasında özellikle alt ekstremitenin ortezlenmesinin etkilerini inceleyen iyi planlanmış çalışmalara rastlanmasa da SP'li çocuklarda ayak-ayak bileği ortezlerinin ve uzun süreli pozisyonlama aracılığı ile germenin bildiğimiz olumlu etkileri ortez kullanımını destekler niteliktedir.

### *Fiziksel Modaliteler*

Fiziksel modalitelerin inme ve SP gibi tanısı olan bireylerin spastik kaslarının tonusunu regüle etmeye yönelik etkilerinin olup olmadığı geçmiş yıllardan günümüze dek araştırılmıştır. Literatürde BoNT enjeksiyonlarının etkilerini arttırmak için kullanılabilecek yardımcı tedavileri özetleyen sistematik derlemelerin çeşitli fiziksel modaliteleri de tartıştığını görmekteyiz (12,22). *Ekstrakorporeal Şok Dalga Tedavisi (ESWT)* bu modaliteler içerisinde çalışmalarda en sık rastlanan yöntemlerdendir. ESWT'nin, nöromusküler kavşakta nitrik oksit sentezini indükleyerek spastik kaslar üzerinde inhibitör bir etki ürettiği düşünülmektedir (41). ESWT'nin, inmeli bireylerde gastroknemius kasının spastisitesini iyileştirdiği gösterilmiştir (42). 2022 yılında yayınlanan bir çalışmada 7-9 yaş aralığındaki 34 çocuk iki gruba ayrılarak her iki gruba geleneksel egzersizler verilmiştir. Gruplardan birindeki çocukların gastroknemius kaslarına ise ayrıca 12 hafta boyunca her seansın sonunda 7 dakika boyunca ESWT uygulanmıştır. Yazarlar çalışma grubunun selektif motor kontrol ve yürüyüş parametreleri açısından daha iyi sonuçlar gösterdiğini belirtmişlerdir (43). SP için ESWT ile ilgili bu ve buna benzer olumlu sonuçları bulunan bazı çalışmalar bulunsa da BoNT enjeksiyonları sonrasında kullanımı ile ilgili kanıtlar yetersizdir (22,44). Derin ısıtma ve mekanik etkileri sebebiyle farklı yaralanmaların rehabilitasyonunda yaygın olarak kullanılan *ultrasonun* hedef dokularda lokal metabolizma ve kan akışının artışına ve böylelikle bağ dokunun uzayabilirliğinin artışına yol açtığı raporlanmıştır (45,46). Sağlıklı kaslar için, germeye birlikte uygulanan ultrasonun, yalnızca germeye kıyasla kas dokusunun uzayabilirliğini önemli ölçüde arttırdığı görülmüştür (47). Ancak SP'li ve inmeli bireylerin spastik kasları için *ultrasonun* etkinliğine yönelik kanıtların yetersiz olduğu vurgulanmıştır (48, 49). Bir başka fiziksel modalite olan *Elektrik Stimülasyonu (ES)* BoNT enjeksiyonuna yardımcı tedaviler arasında insanlarda en sık olarak

çalışılan tedavidir (27). ES'nin hayvan modellerinde, motor sinir terminallerinde BoNT alımını artırarak ve hızlandırarak BoNT'un nöromüsküler blokaj etkisini arttırabileceği gösterilmiştir (50). Her ne kadar SP'li çocuklarda BoNT enjeksiyonu sonrası ES'nin etkilerinin incelendiği çalışmalara rastlanmasa da, inmeli bireylerde BoNT enjeksiyonu sonrası spastik kaslara uygulanan ES'nin etkinliğinin incelendiği çalışmalar bulunmaktadır. 20 inmeli bireyin katılımıyla tamamlanan bir çalışma BoNT enjeksiyonun ardından enjeksiyon yapılan kaslara erken ve geç uygulanan ES'nin spastisiteyi azaltmada etkili olduğunu ve enjeksiyondan hemen sonra uygulanan ES'nin ise geç uygulanan ES'ye göre daha etkili olduğunu göstermiştir (29). Fonksiyonel Elektrik Stimülasyonu (FES) da BoNT sonrası etkilerinin araştırıldığı bir başka fiziksel modalitedir. 18 inmeli birey üzerinde yapılan bir ön çalışma BoNT enjeksiyonu sonrasında FES uygulamasının yürüme hızında iyileşmelerle sonuçlandığını raporlamıştır (51). Ancak görüldüğü üzere literatürde ES'nin SP'li çocuklarda BoNT enjeksiyonu sonrasında kullanımı ile ilgili çalışmalara rastlanmamıştır. ES'nin SP için sonuçları raporlansa da BoNT enjeksiyonu ile kombine uygulanması ile ilgili kanıt düzeyi düşük ve yazarların 'yapma' kategorisinde belirttiği konumdadır (12).

### *Kuvvetlendirme egzersizleri*

SP'de kuvvetlendirme egzersizlerine rehabilitasyon programlarında sıklıkla yer verilir. Kuvvet SP'li çocuklarda fonksiyonla en yakından ilişkilendirilen parametredir (52). Daha önceleri spastik kasın kuvvetlendirilmesinin kasın tonusunu daha da arttıracak kaygısı şimdilerde yerini spastik kasın kuvvetlendirilmesi gerekliliğine bırakmıştır (53). BoNT enjeksiyonu yapılan spastik kasın ise denerve olması yoluyla kuvvetinin ve kütesinin azalarak morfolojisinde olumsuz değişiklikler meydana geldiğini yukarıdaki paragraflarda belirtmiştik (54,55). Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde SP'li çocuklarda BoNT enjeksiyonu sonrasında spastik kasın ve antagonistinin dirençli egzersize tabi tutulduğu çalışmalar dikkati çekmektedir (55). 5-12 yaş arası yürüyebilen ve spastik alt ekstremitte kaslarına BoNT enjeksiyonu yapılan SP'li çocukların takip edildiği bir çalışmada enjeksiyon yapılan kasların ve antagonistlerinin kuvvetlendirildiği programın spastisitenin azaltılması ve kuvvetin arttırılmasında önemli pozitif etkilerinin olduğu gösterilmiştir (56). Dirençli egzersizin SP'li çocuklarda BoNT enjeksiyonu sonrası etkilerini inceleyen bir başka çalışma ise dirençli egzersiz grubunun, dirençli egzersiz yapılmayan gruba göre yürüyüş parametrelerinde ve kuvvette daha iyi sonuçlar elde ettiğini vurgulamıştır (31). Üst ekstremiteye yapılan BoNT enjeksiyonu sonrası dirençli eğitimin SP'li çocuklarda etkinliğini araştıran bir başka çalışmada ise üst ekstremitte aktif eklem hareket açıklığının dirençli eğitim grubunda daha çok arttığı sonucuna ulaşılmış ancak el fonksiyonlarında hem çalışma hem de kontrol grubunda çok küçük gelişmelere rastlanmıştır (57). Novak ve ark. çalışmalarında BoNT enjeksiyonu sonrası dirençli egzersizi 'muhtemelen yap' kategorisinde sınıflandırmışlardır. Yine Mathevon ve ark. da BoNT'a yardımcı tedavileri inceledikleri derlemelerinde dirençli egzersiz için 'muhtemelen yap' etiketini kullanmışlardır (12). Görüldüğü üzere kuvvetlendirme eğitimi SP rehabilitasyonunda spastisiteyi arttırmadan kas kuvvetini arttırmada önemli bir yere sahiptir. Ancak dirençli eğitim, SP'de BoNT enjeksiyonları sonrasında kasın kuvvetini ve eklem hareket açıklığını korumakta etkili olmakla birlikte fonksiyonu arttırmada yetersiz görülmektedir. Bu

anlamda hedef odaklı ve fonksiyonel egzersizlere yer verilen kuvvetlendirme çalışmalarına BoNT enjeksiyonu sonrasında daha çok yer verilmelidir sonucu çıkarılabilir.

## 2. SONUÇ

Günümüzde SP'li çocuklarda spastisite yönetiminde BoNT enjeksiyonları sıklıkla kullanılmaktadır (9). BoNT enjeksiyonları tek başına fokal spastisitenin azaltılmasında etkili olsa da artmış eklem hareket açıklığının korunması ve iyileşmiş fonksiyonel hareket gibi sonuçların edinilebilmesi için tek başına yetersizdir (10-12). BoNT enjeksiyonları sonrasında güncel fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarının literatürdeki yerlerini ve sonuçlarını özetlemeyi amaçlayan derlememizde son birkaç yıl içerisinde yapılmış güncel çalışmaların kısıtlı olmasıyla birlikte geçmişten günümüze çeşitli uygulamalar için farklı sonuçlar elde edildiğini belirttik. Fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarının içeriklerinde muhakkak yer alan kas germe ve kuvvetlendirme eğitimlerinin enjeksiyon sonrasında eklem hareket açıklığı ve kas kuvveti üzerine olumlu etkilerinin olduğu ve kas morfolojisindeki değişikliklerin tolerasyonu için gerekli olduğu sonucuna vardık. Seri alçılama ve ortezleme gibi uzun süreli pozisyonlama ile germeyi içeren uygulamaların ise bu süreçte yüksek kanıt düzeyiyle önerildiğini ve sıklıkla kullanıldığını saptadık. Fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları içerisinde önemli yer tutan fiziksel modalitelerin etkilerinin ise SP'li çocukların rehabilitasyonunda son zamanlarda yükselen sayıda çalışmalarla incelendiğini ancak BoNT enjeksiyonu sonrası kullanımının soru işaretleri içerdiğini de literatür özetiyle destekleyerek belirttik. Sonuç olarak SP'li çocuklarda BoNT enjeksiyonu sonrasında fizyoterapi ve rehabilitasyon olmazsa olmazdır. Kastaki morfolojik değişikliklerin erken dönemde toparlanması ve elde edilen sonuçların daha uzun süre korunabilmesi için kişiye özel hazırlanmış, aktif germe ve fonksiyonel kuvvetlendirmeleri içeren, uzun süreli pozisyonlama uygulamaları ile desteklenen fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları tercih edilmelidir.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Bax, M. C. (1964). Terminology and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 6(3), 295-297.
2. Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D., & et al. (2007). A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 109(suppl 109), 8-14.
3. Cans, C., Dolk, H., Platt, M. J., & Colver, A. (2007). Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49, 35.
4. Bar-On, L., Molenaers, G., Aertbeliën, E., Van Campenhout, A., Feys, H., Nuttin, B., & et al. (2015). Spasticity and its contribution to hypertonia in cerebral palsy. *BioMed Research International*, 2015.
5. Lance, J. W. (1980). Symposium synopsis. *Spasticity: Disordered Motor Control*, 487-489.

6. Shamsoddini, A., Amirjalali, S., Hollisaz, M.-T., Rahimnia, A., & Khatibi-Aghda, A. (2014). Management of spasticity in children with cerebral palsy. *Iranian Journal of Pediatrics*, 24(4), 345.
7. Tickner, N., Apps, J. R., Keady, S., & Sutcliffe, A. G. (2012). An overview of drug therapies used in the treatment of dystonia and spasticity in children. *Archives of Disease in Childhood-Education and Practice*, 97(6), 230-235.
8. Simon, O., & Yelnik, A. (2010). Managing spasticity with drugs. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 46(3), 401-410.
9. Koman, L. A., Mooney III, J. F., Smith, B. P., Goodman, A., & Mulvaney, T. (1994). Management of spasticity in cerebral palsy with botulinum-A toxin: report of a preliminary, randomized, double-blind trial. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 14(3), 299-303.
10. Novak, I., Morgan, C., Fahey, M., Finch-Edmondson, M., Galea, C., Hines & et al. (2020). State of the evidence traffic lights 2019: systematic review of interventions for preventing and treating children with cerebral palsy. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 20, 1-21.
11. Novak, I., McIntyre, S., Morgan, C., Campbell, L., Dark, L., Morton, N., & et al. (2013). A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(10), 885-910.
12. Mathevon, L., Bonan, I., Barnais, J.-L., Boyer, F., & Dinomais, M. (2019). Adjunct therapies to improve outcomes after botulinum toxin injection in children: A systematic review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 62(4), 283-290.
13. Barnes, M. P., & Johnson, G. R. (2001). *Upper motor neurone syndrome and spasticity: Clinical management and neurophysiology*: Cambridge University Press.
14. Gage, J. R., Schwartz, M. H., Koop, S. E., & Novacheck, T. F. (2009). *The identification and treatment of gait problems in cerebral palsy*: John Wiley & Sons.
15. Klingels, K., Demeyere, I., Jaspers, E., De Cock, P., Molenaers, G., Boyd, R., & et al. (2012). Upper limb impairments and their impact on activity measures in children with unilateral cerebral palsy. *European Journal of Paediatric Neurology*, 16(5), 475-484.
16. Scott, A. B. (1980). Botulinum toxin injection into extraocular muscles as an alternative to strabismus surgery. *Ophthalmology*, 87(10), 1044-1049.
17. Whurr, R., Lorch, M., Fontana, H., Brookes, G., Lees, A., & Marsden, C. (1993). The use of botulinum toxin in the treatment of adductor spasmodic dysphonia. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 56(5), 526-530.
18. Aoki, K., & Guyer, B. (2001). Botulinum toxin type A and other botulinum toxin serotypes: a comparative review of biochemical and pharmacological actions. *European Journal of Neurology*, 8, 21-29.
19. Cosgrove, A., & Graham, H. (1994). Botulinum toxin A prevents the development of contractures in the hereditary spastic mouse. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 36(5), 379-385.
20. Kay, R. M., Rethlefsen, S. A., Fern-Buneo, A., Wren, T. A., & Skaggs, D. L. (2004). Botulinum toxin as an adjunct to serial casting treatment in children with cerebral palsy. *The Journal of Bone & Joint Surgery* 86(11), 2377-2384.
21. Lee, S. J., Sung, I. Y., Jang, D. H., Yi, J. H., Lee, J. H., & Ryu, J. S. (2011). The effect and complication of botulinum toxin type A injection with serial casting for the treatment of spastic equinus foot. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 35(3), 344-353.
22. Picelli, A., Santamato, A., Chemello, E., Cinone, N., Cisari, C., Gandolfi, M., & et al. (2019). Adjuvant treatments associated with botulinum toxin injection for managing spasticity: An overview of the literature. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 62(4), 291-296.



23. Valentine, J., Stannage, K., Fabian, V., Ellis, K., Reid, S., & et al. (2016). Muscle histopathology in children with spastic cerebral palsy receiving botulinum toxin type A. *Muscle & Nerve*, 53(3), 407-414.
24. De Beukelaer, N., Weide, G., Huyghe, E., Vandekerckhove, I., Hanssen, B., Peeters, N. et al. (2022). Reduced cross-sectional muscle growth six months after botulinum toxin type-A injection in children with spastic cerebral palsy. *Toxins*, 14(2), 139.
25. Bovend'Eerd, T. J., Newman, M., Barker, K., Dawes, H., Minelli, C., & Wade, D. T. (2008). The effects of stretching in spasticity: a systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(7), 1395-1406.
26. Smania, N., Picelli, A., Munari, D., Geroin, C., Ianes, P., Waldner, A., & Gandolfi, M. (2010). Rehabilitation procedures in the management of spasticity. *Eur J Phys Rehabil Med*, 46(3), 423-438.
27. Mills, P. B., Finlayson, H., Sudol, M., & O'Connor, R. (2016). Systematic review of adjunct therapies to improve outcomes following botulinum toxin injection for treatment of limb spasticity. *Clinical Rehabilitation*, 30(6), 537-548.
28. Franceschini, M., Iocco, M., Molteni, F., Santamato, A., & Smania, N. (2014). Management of stroke patients submitted to botulinum toxin type A therapy: a Delphi survey of an Italian expert panel of specialist injectors. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 50(5), 525-533.
29. Picelli, A., Smania, N., Storti, I., Munari, D., Fontana, C., Fiaschi, A., & et al. (2011). Immediate versus delayed electrical stimulation boosts botulinum toxin effect: A pilot study. *Movement Disorders*, 26(9), 1785-1786.
30. Aydil, S., Akpınar, F. M., Akpınar, E., Beng, K., & Yagmurlu, M. F. (2019). Effectiveness of multilevel botulinum toxin A injection with integrated treatment program on spasticity reduction in non-ambulatory young children with cerebral palsy. *Medical Principles and Practice*, 28(4), 309-314.
31. Bandholm, T., Jensen, B. R., Nielsen, L. M., Rasmussen, H., Bencke, J., Curtis, D., & et al. (2012). Neurorehabilitation with versus without resistance training after botulinum toxin treatment in children with cerebral palsy: A randomized pilot study. *NeuroRehabilitation*, 30(4), 277-286.
32. Lannin, N. A., Novak, I., & Cusick, A. (2007). A systematic review of upper extremity casting for children and adults with central nervous system motor disorders. *Clinical Rehabilitation*, 21(11), 963-976.
33. Stoeckmann, T. (2001). Casting for the person with spasticity. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 8(1), 27-35.
34. Milne, N., Miao, M., & Beattie, E. (2020). The effects of serial casting on lower limb function for children with Cerebral Palsy: a systematic review with meta-analysis. *BMC Pediatrics*, 20, 1-23.
35. Preissner, K. S. (2002). The effects of serial casting on spasticity: A literature review. *Occupational Therapy in Health Care*, 14(2), 99-106.
36. Hayek, S., Gershon, A., Wientroub, S., & Yizhar, Z. (2010). The effect of injections of botulinum toxin type A combined with casting on the equinus gait of children with cerebral palsy. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 92(8), 1152-1159.
37. Tedroff, K., Granath, F., Forssberg, H., & Haglund-Akerlind, Y. (2009). Long-term effects of botulinum toxin A in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 51(2), 120-127.
38. Betancourt, J. P., Eleeh, P., Stark, S., & Jain, N. B. (2019). Impact of ankle-foot orthosis on gait efficiency in ambulatory children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 98(9), 759-770.

39. Fess, E. E. (2002). A history of splinting: to understand the present, view the past. *Journal of Hand Therapy, 15*(2), 97-132.
40. Garbellini, S., Robert, Y., Randall, M., Elliott, C., & Imms, C. (2018). Rationale for prescription, and effectiveness of, upper limb orthotic intervention for children with cerebral palsy: a systematic review. *Disability and Rehabilitation, 40*(12), 1361-1371.
41. Santamato, A., Notarnicola, A., Panza, F., Ranieri, M., Micello, M. F., Manganotti, P., & et al. (2013). SBOTE study: extracorporeal shock wave therapy versus electrical stimulation after botulinum toxin type a injection for post-stroke spasticity—a prospective randomized trial. *Ultrasound in Medicine & Biology, 39*(2), 283-291.
42. Wu, Y.-T., Chang, C.-N., Chen, Y.-M., & Hu, G.-C. (2017). Comparison of the effect of focused and radial extracorporeal shock waves on spastic equinus in patients with stroke: a randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, 54*(4), 518-525.
43. Emara, H. A., Al-Johani, A. H., Khaled, O. A., Ragab, W. M., & Al-Shenqiti, A. M. (2022). Effect of extracorporeal shock wave therapy on spastic equinus foot in children with unilateral cerebral palsy. *Journal of Taibah University Medical Sciences, 17*(5), 794-804.
44. Vidal, X., Morral, A., Costa, L., & Tur, M. (2011). Radial extracorporeal shock wave therapy (rESWT) in the treatment of spasticity in cerebral palsy: a randomized, placebo-controlled clinical trial. *NeuroRehabilitation, 29*(4), 413-419.
45. Ansari, N., Adelmanesh, F., Naghdi, S., & Tabtabaei, A. (2006). The effect of physiotherapeutic ultrasound on muscle spasticity in patients with hemiplegia: a pilot study. *Electromyography and Clinical Neurophysiology, 46*(4), 247.
46. Ansari, N., Naghdi, S., Bagheri, H., & Ghassabi, H. (2007). Therapeutic ultrasound in the treatment of ankle plantarflexor spasticity in a unilateral stroke population: a randomized, single-blind, placebo-controlled trial. *Electromyography and Clinical Neurophysiology, 47*(3), 137.
47. Gracies, J.-M. (2001). Physical modalities other than stretch in spastic hypertonia. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America, 12*(4), 769-792.
48. Sahin, N., Ugurlu, H., & Karahan, A. Y. (2011). Efficacy of therapeutic ultrasound in the treatment of spasticity: a randomized controlled study. *NeuroRehabilitation, 29*(1), 61-66.
49. Picelli, A., Dambruoso, F., Bronzato, M., Barausse, M., Gandolfi, M., & Smania, N. (2014). Efficacy of therapeutic ultrasound and transcutaneous electrical nerve stimulation compared with botulinum toxin type A in the treatment of spastic equinus in adults with chronic stroke: a pilot randomized controlled trial. *Topics in Stroke Rehabilitation, 21*(sup1), S8-S16.
50. Hughes, R., & Whaler, B. (1962). Influence of nerve-ending activity and of drugs on the rate of paralysis of rat diaphragm preparation by Cl. botulinum type A toxin. *The Journal of Physiology, 160*(2), 221.
51. Intiso, D., Santamato, A., & Di Rienzo, F. (2017). Effect of electrical stimulation as an adjunct to botulinum toxin type A in the treatment of adult spasticity: a systematic review. *Disability and Rehabilitation, 39*(21), 2123-2133.
52. Riad, J., Haglund-Akerlind, Y., & Miller, F. (2008). Power generation in children with spastic hemiplegic cerebral palsy. *Gait & Posture, 27*(4), 641-647.
53. Damiano, D. L., Dodd, K., & Taylor, N. F. (2002). Should we be testing and training muscle strength in cerebral palsy? *Developmental Medicine & Child Neurology, 44*(1), 68-72.
54. Williams, S. A., Reid, S., Elliott, C., Shipman, P., & Valentine, J. (2013). Muscle volume alterations in spastic muscles immediately following botulinum toxin type-A

- treatment in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(9), 813-820.
55. Hastings-Ison, T., & Graham, H. K. (2013). Atrophy and hypertrophy following injections of botulinum toxin in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(9), 778-779.
  56. Williams, S. A., Elliott, C., Valentine, J., Gubbay, A., Shipman, P., & Reid, S. (2013). Combining strength training and botulinum neurotoxin intervention in children with cerebral palsy: the impact on muscle morphology and strength. *Disability and Rehabilitation*, 35(7), 596-605.
  57. Elvrum, A.-K. G., Brændvik, S. M., Sæther, R., Lamvik, T., Vereijken, B., & Roeleveld, K. (2012). Effectiveness of resistance training in combination with botulinum toxin-A on hand and arm use in children with cerebral palsy: a pre-post intervention study. *BMC Pediatrics*, 12, 1-9.